

**TUGAS AKHIR - TE 141599**

**STUDI PERBANDINGAN REDAMAN HUJAN  
MENGUNAKAN FREKUENSI 15 GHz DARI HASIL  
PENGUKURAN SECARA LANGSUNG DAN HASIL SIMULASI  
METODE SST (*SYNTHETIC STORM TECHNIQUE*)**

Riyan Eka Pratama  
NRP. 07111645000012

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T.  
Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng. Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018









**TUGAS AKHIR - TE 141599**

**STUDI PERBANDINGAN REDAMAN HUJAN  
MENGUNAKAN FREKUENSI 15 GHz DARI HASIL  
PENGUKURAN SECARA LANGSUNG DAN HASIL SIMULASI  
METODE SST (*SYNTHETIC STORM TECHNIQUE*)**

Riyan Eka Pratama  
NRP. 07111645000012

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T.  
Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng. Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018







**FINAL PROJECT - TE 141599**

**COMPARATIVE STUDY OF RAIN ATTENUATION USING  
THE 15 GHz FREQUENCY OF THE DIRECT  
MEASUREMENT AND SIMULATION RESULTS OF SST  
(SYNTHETIC STORM TECHNIQUE) METHOD**

Riyan Eka Pratama  
NRP. 07111645000012

Supervisory  
Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T.  
Prof. Ir. Gamantyo Hendranto, M.Eng. Ph.D.

DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
Faculty of Electrical Technology  
Institute Technology of Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018







## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Studi Perbandingan Redaman Hujan Menggunakan Frekuensi 15 GHz Dari Hasil Pengukuran Secara Langsung Dan Hasil Simulasi Metode SST (*Synthetic Storm Technique*)” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2018

Riyan Eka Pratama  
NRP. 07111645000012



**STUDI PERBANDINGAN REDAMAN HUJAN  
MENGUNAKAN FREKUENSI 15 GHz DARI HASIL  
PENGUKURAN SECARA LANGSUNG DAN HASIL SIMULASI  
METODE SST (SYNTHETIC STORM TECHNIQUE)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada**

**Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia  
Departemen Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I,**

**Dosen Pembimbing II,**

**Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T.**

**Prof. Ir. Gamantyo Hendranto, M.Eng. Ph.D.**

**NIP. 196109031989031001**

**NIP. 197011111993031002**





# **STUDI PERBANDINGAN REDAMAN HUJAN MENGUNAKAN FREKUENSI 15 GHz DARI HASIL PENGUKURAN SECARA LANGSUNG DAN HASIL SIMULASI METODE SST (*SYNTHETIC STORM TECHNIQUE*)**

Nama : Riyan Eka Pratama  
Nomer Pokok : 07111645000012  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T.  
2. Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng. Ph.D.

## **ABSTRAK**

Pada sistem komunikasi gelombang mikro *line of sight* (LOS) *point to point*, yang beroperasi pada frekuensi di atas 10 GHz akan sangat rentan terhadap redaman hujan terutama pada negara-negara tropis seperti Indonesia, sehingga sangat diperlukan untuk menghitung nilai estimasi redaman hujan ini di dalam melakukan desain sistem komunikasi *point to point*, sebagai dasar pertimbangan di dalam mendapatkan kestabilan sistem komunikasi pada umumnya.

Penelitian ini adalah melakukan pengukuran intensitas curah hujan secara langsung menggunakan *raingauge*, sehingga diperoleh nilai *rain rate* sebagai dasar perhitungan nilai prediksi redaman hujan *Synthetic Storm Technique* (SST) melalui penentuan parameter  $k$  dan  $\alpha$  berdasarkan ITU-R P.838-3 2005 dengan faktor koreksi sebesar  $\Delta A$  dan penentuan  $k$  dan  $\alpha$  dari proses sistem regresi linear.

Hasil perhitungan nilai prediksi redaman hujan SST tersebut di atas dibandingkan dengan hasil pengukuran secara langsung pada link komunikasi 15 GHz, dengan cara mengambil nilai SSE (*sum of square error*) yang terkecil.

Nilai hasil perhitungan prediksi redaman hujan SST melalui penentuan  $k$  dan  $\alpha$  berdasarkan ITU-R P.838-3 2005 dengan faktor koreksi 0,21379 adalah nilai yang mendekati hasil pengukuran langsung dengan SSE sebesar 18,065.

**Kata Kunci :** Link gelombang mikro 15GHz, SST, *Synthetic Storm Technique*, redaman hujan, *raingauge*, Regresi.









# COMPARATIVE STUDY OF RAIN ATTENUATION USING THE 15 GHz FREQUENCY OF THE DIRECT MEASUREMENT AND SIMULATION RESULTS OF SST (SYNTHETIC STORM TECHNIQUE) METHOD

Name : Riyan Eka Pratama  
Supervisory : 1. Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T.  
2. Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng. Ph.D.

## ABSTRACT

*In line of sight (LOS) point to point of microwave communication systems, which at frequencies above 10 GHz will be particularly vulnerable to rain attenuation especially in tropical countries such as Indonesia, so it is necessary to calculate this rainfall attenuation estimation value in designing of point-to-point communication systems, as the basic of consideration in getting stability of communication system in general.*

*This research is to measure rainfall intensity directly using raingauge, so as to get rain rate value as basic calculation of Synthetic Storm Technique rainfall prediction value (SST) through determination of  $k$  and  $\alpha$  parameter based on ITU-R P.838-3 2005 with correction factor of  $\Delta A$  and determination of  $k$  and  $\alpha$  from the linear regression system process.*

*The result of SST rain attenuation prediction value above compared to the result of measurement directly on 15 GHz communication link, by taking the smallest SSE (sum of square error) value.*

*The results of the predicted rain attenuation SST through the determination of  $k$  and  $\alpha$  based on the ITU-R P.838-3 2005 with correction factor 0.21379 is a value close to the result of direct measurement with SSE of 18,065.*

**Keywords :** 15 GHz Microwave link, SST, Synthetic Storm Technique, rain attenuation, Raingauge, Regretion.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku Tugas Akhir ini yang berjudul :

Studi Perbandingan Redaman Hujan Menggunakan Frekuensi 15 GHz Dari Hasil Pengukuran Secara Langsung Dan Hasil Simulasi Metode SST (*Synthetic Storm Technique*)

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama pengerjaan Tugas Akhir dan penyusunan buku ini penulis telah banyak dibantu oleh berbagai pihak. Unguk itu, pada kesempatan ini penulis bermaksud mengucapkan terimakasih kepada : Keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan doa. Bapak Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T. dan Prof. Ir. Gamantyo Hendranto, M.Eng. Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia memberikan ilmu, dukungan dan motivasi sehingga dapat terealisasinya tugas akhir ini. Teman-teman Telekomunikasi Multimedia Lintas Jalur terimakasih atas kerjasama dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk pengembangan di masa yang akan datang.

Besar harapan penulis bahwa apa yang telah dituangkan dalam buku ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan pembaca pada umumnya.

Surabaya, Juni 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Metodologi.....	3
1.5 Sistematika.....	4
1.6 Relevansi dan Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Sebelumnya.....	7
2.2 Dasar Teori.....	8
BAB III METODE PENGUMPULAN DATA.....	25
3.1 Metode Pengukuran.....	25
3.1.1 Pengukuran Curah Hujan <i>Raingauge</i> .....	25
3.1.2 Pengukuran Redaman Hujan Radio Link 15 GHz.....	26
3.2 Parameter Pengukuran.....	27
3.3 Perangkat Pengukuran.....	28
3.4 Skenario Pengukuran Data.....	31
3.4.1 Pengukuran Curah Hujan dengan <i>Raingauge</i> .....	32
3.4.2 Pengukuran Redaman Hujan Radio Link 15 GHz.....	34
3.5 Skenario Pengolahan Data.....	36
3.5.1 Pengolahan Data Intensitas Curah Hujan.....	36
3.5.2 Pengolahan Data Redaman Hujan Pengukuran Langsung ....	40
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Redaman Hujan SST.....	43
4.1.1 Menentukan $k$ dan $\alpha$ Referensi ITU-R P.838-3 2005.....	44
4.1.2 Analisa Regresi Linier untuk Menentukan $k$ dan $\alpha$ .....	44
4.1.3 Menentukan Redaman Hujan SST.....	47

4.2 Perbandingan Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran (per Event Hujan).....	49
4.3 Perbandingan Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran (Semua <i>Event</i> Hujan).....	51
4.3.1 Menentukan Redaman Hujan SST.....	51
4.3.1.1 Untuk $k$ dan $\alpha$ referensi ITU-R P.838 .....	51
4.3.1.2 Untuk $k$ dan $\alpha$ dari Proses Regresi Linier .....	52
4.3.2 Perbandingan Redaman hujan SST dengan Pengukuran .....	53
4.3.3 Menentukan SSE dari hasil Perbandingan Redaman hujan SST dengan Pengukuran.....	54
BAB V PENUTUP .....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran-saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN A DATA TEXT <i>RAINGAUGE</i> .....	59
A.1 Data <i>Raingauge</i> 07 Maret 2018.....	59
A.2 Data <i>Raingauge</i> 08 Maret 2018.....	61
A.3 Data <i>Raingauge</i> 29 Maret 2018.....	62
A.4 Data <i>Raingauge</i> 30 Maret 2018 – Siang.....	62
A.5 Data <i>Raingauge</i> 30 Maret 2018 – Sore.....	63
A.6 Data <i>Raingauge</i> 30 Maret 2018 – Malam.....	63
A.7 Data <i>Raingauge</i> 01 April 2018 .....	64
LAMPIRAN B PENGUKURAN DAYA DAN REDAMAN HUJAN .....	65
B.1 Hasil Pengukuran 07 Maret 2018 .....	65
B.2 Hasil Pengukuran 08 Maret 2018 .....	71
B.3 Hasil Pengukuran 29 Maret 2018 .....	76
B.4 Hasil Pengukuran 30 Maret 2018 - Siang.....	77
B.5 Hasil Pengukuran 30 Maret 2018 - Sore.....	78
B.6 Hasil Pengukuran 30 Maret 2018 - Malam.....	78
B.7 Hasil Pengukuran 01 April 2018 .....	79
LAMPIRAN C DATA NILAI <i>RAIN RATE</i> .....	81
C.1 Nilai <i>Rain-rate</i> Data Hujan 07 Maret 2018 .....	81
C.2 Nilai <i>Rain-rate</i> Data Hujan 08 Maret 2018 .....	87
C.3 Nilai <i>Rain-rate</i> Data Hujan 29 Maret 2018 .....	91
C.4 Nilai <i>Rain-rate</i> Data Hujan 30 Maret 2018 - Siang.....	91
C.5 Nilai <i>Rain-rate</i> Data Hujan 30 Maret 2018 - Sore.....	92
C.6 Nilai <i>Rain-rate</i> Data Hujan 30 Maret 2018 - Malam.....	93
C.7 Nilai <i>Rain-rate</i> Data Hujan 01 April 2018 .....	95
LAMPIRAN D REGRESI LINIER MENENTUKAN $k$ DAN $\alpha$ .....	97



D.1 Regresi untuk <i>event</i> Hujan 07 Maret 2018.....	97
D.2 Regresi untuk <i>event</i> Hujan 08 Maret 2018.....	103
D.3 Regresi untuk <i>event</i> Hujan 29 Maret 2018.....	108
D.4 Regresi untuk <i>event</i> Hujan 30 Maret 2018 – Siang.....	109
D.5 Regresi untuk <i>event</i> Hujan 30 Maret 2018 – Sore .....	111
D.6 Regresi untuk <i>event</i> Hujan 30 Maret 2018 – Malam .....	112
D.7 Regresi untuk <i>event</i> Hujan 01 April 2018.....	113
LAMPIRAN E REDAMAN HUJAN SST DAN HASIL	
PENGUKURAN (PER <i>EVENT</i> HUJAN) .....	115
E.1 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk <i>event</i> Hujan 07 Maret 2018.....	115
E.2 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk <i>event</i> Hujan 08 Maret 2018.....	127
E.3 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk <i>event</i> Hujan 29 Maret 2018.....	136
E.4 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk <i>event</i> Hujan 30 Maret 2018 - Siang.....	137
E.5 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk <i>event</i> Hujan 30 Maret 2018 - Sore .....	140
E.6 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk <i>event</i> Hujan 30 Maret 2018 - Malam .....	141
E.7 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk <i>event</i> Hujan 01 April 2018.....	143
LAMPIRAN F REDAMAN HUJAN SST DAN REDAMAN HASIL	
PENGUKURAN (SEMUA <i>EVENT</i> HUJAN) .....	147
F.1 Perbandingan Nilai Redaman SST dengan Redaman Pengukuran dan Hitung SSE.....	147
F.2 Grafik Perbandingan Nilai Redaman SST dengan Redaman Pengukuran .....	159

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Blok Diagram Sistem Transmisi Radio Gel.Mikro.....	9
<b>Gambar 2.2</b>	Propagasi Line of Sight (LOS) .....	10
<b>Gambar 2.3</b>	Skema Pengukuran Daya yang diterima .....	12
<b>Gambar 2.4</b>	Penunjukan Level Daya yang Diterima .....	13
<b>Gambar 2.5</b>	Konversi data <i>raingauge</i> hasil pengukuran per menit ...	14
<b>Gambar 2.6</b>	Sudut <i>tilt</i> polarisasi relative terhadap horizontal.....	18
<b>Gambar 2.7</b>	Sudut elevasi lintasan.....	18
<b>Gambar 2.8</b>	Garis Regresi $Y$ karena Pengaruh $X$ .....	20
<b>Gambar 2.9</b>	Deviasi Garis Regresi Estimasi.....	23
<b>Gambar 3.1</b>	Blok diagram Pengukuran Curah Hujan .....	26
<b>Gambar 3.2</b>	Blok diagram Pengukuran Redaman Hujan Radio 15 GHz .....	27
<b>Gambar 3.3</b>	Perangkat Raingauge .....	29
<b>Gambar 3.4</b>	Perangkat Antena <i>Microwave</i> .....	30
<b>Gambar 3.5</b>	Perangkat Radio <i>Microwave</i> .....	31
<b>Gambar 3.6</b>	Blok Diagram Pengukuran Curah Hujan .....	32
<b>Gambar 3.7</b>	Blok diagram pengukuran redaman hujan pada link radio .....	34
<b>Gambar 3.8</b>	Blok Diagram Pengolahan Data <i>Rain rate</i> .....	37
<b>Gambar 3.9</b>	Konversi nilai <i>Rain rate</i> .....	38
<b>Gambar 3.10</b>	Grafik Nilai <i>Rain rate</i> .....	39
<b>Gambar 3.11</b>	Blok diagram pengolahan data Redaman Hujan .....	40
<b>Gambar 3.12</b>	Grafik redaman hujan pengukuran langsung .....	42
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik regresi linier Menentukan $k$ dan $\alpha$ .....	46
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik Nilai Redaman Hujan SST .....	48
<b>Gambar 4.3</b>	Perbandingan Redaman Hujan SST dengan pengukuran.....	50
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik Redaman SST untuk $k$ dan $\alpha$ Referensi ITU .....	52
<b>Gambar 4.5</b>	Regresi Linier untuk menentukan $k$ dan $\alpha$ .....	52
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik Redaman Hujan SST untuk $k$ dan $\alpha$ dari Regresi.....	53
<b>Gambar 4.7</b>	Perbandingan Redaman Hujan SST dengan Pengukuran .....	53

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Alokasi frekuensi.....	8
<b>Tabel 2.2</b>	Nilai Kostanta $k$ dan $\alpha$ terhadap Frekuensi dan Polarisasi ..	17
<b>Tabel 3.1</b>	Contoh hasil pengukuran <i>rain rate</i> dari <i>raingauge</i>	28
<b>Tabel 3.2</b>	Data hasil pengukuran Curah Hujan <i>Raingauge</i>	33
<b>Tabel 3.3</b>	Pengolahan Data <i>Rain rate</i>	38
<b>Tabel 3.4</b>	Nilai Daya diterima dan Redaman hujan	41
<b>Tabel 4.1</b>	Regresi Linier Menentukan $k$ dan $\alpha$ .....	45
<b>Tabel 4.2</b>	Parameter untuk menentukan nilai $k$ dan $\alpha$ .....	46
<b>Tabel 4.3</b>	Nilai Prediksi Redaman Hujan SST .....	47
<b>Tabel 4.4</b>	Perbandingan Redaman Hujan SST dengan pengukuran ....	49
<b>Tabel 4.5</b>	Perhitungan SSE Redaman Pengukuran dengan SST .....	50

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Meningkatnya kebutuhan layanan komunikasi saat ini telah membuat spektrum radio yang tersedia dituntut memiliki bandwidth yang lebih besar dan beroperasi pada frekuensi yang sangat besar di kisaran di atas 10 GHz. Komunikasi yang menggunakan frekuensi yang sangat tinggi ini, akan sangat rentan terhadap terjadinya hujan karena pengaruhnya yang dapat melemahkan daya yang diterima pada sisi penerima (receiver) atau secara umum akan dapat menurunkan performansi sistem komunikasi yang dimaksudkan. Tetes hujan menyebabkan penghamburan dan penyerapan energi gelombang radio yang akan menghasilkan redaman yang disebut redaman hujan. Besarnya redaman tergantung pada besarnya curah hujan. Redaman hujan mulai terasa pengaruhnya pada frekuensi diatas 10 GHz. Redaman hujan tidak dapat ditentukan secara pasti tetapi ditentukan secara statistik.

Kebutuhan akan desain sistem komunikasi khususnya pada *radio terrestrial line of sight* yang handal dan tahan terhadap kondisi hujan di Indonesia mutlak diperlukan, karena Indonesia termasuk negara yang beriklim tropis, dimana curah hujannya yang sangat tinggi, sehingga permasalahan redaman pada link komunikasi radio yang disebabkan oleh hujan semakin menguat. Sebelum langkah desain dilakukan maka perlu untuk diketahui karak-teristik dan keadaan nyata di lapangan dengan cara pengambilan data curah hujan dan dilanjutkan dengan penentuan nilai prediksi redaman hujan. Curah hujan yang terjadi erat kaitannya dengan redaman, karena semakin tinggi curah hujan yang terjadi maka semakin tinggi pula nilai redaman yang terjadi.

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk memprediksi nilai redaman hujan menggunakan data pengukuran intensitas curah hujan. Penelitian ini memberikan informasi perhitungan nilai statistik redaman hujan dengan berdasarkan hasil pengukuran curah hujan secara langsung di lokasi keberadaan link komunikasi radio *line of sight* 15 GHz di kampus teknik elektro ITS untuk mendapatkan nilai prediksi redaman hujan dengan menggunakan metode *Synthetic Storm Technique* (SST).

Nilai prediksi redaman hujan yang diperoleh melalui perhitungan menggunakan metode SST dengan didasarkan pada nilai intensitas curah hujan hasil pengukuran *raingauge* yang dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu parameter redaman  $k$  dan  $\alpha$  yang didasarkan dari rekomendasi ITU-R P.838-3 tahun 2005 yang hasilnya ditambahkan faktor koreksi sebesar  $\Delta A$  yang ditentukan berdasarkan perbedaan hasil perhitungan terhadap pengukuran rata-ratanya. Perhitungan redaman SST juga dilakukan dengan penentuan  $k$  dan  $\alpha$  melalui proses sistem regresi linear.

Hasil nilai prediksi redaman hujan SST dari kedua metode tersebut di atas selanjutnya dibandingkan dengan hasil nilai pengukuran redaman hujan secara langsung pada link komunikasi *line of sight* yang beroperasi pada frekuensi 15 GHz, yang didapatkan dengan cara mengambil selisih nilai daya yang diterima pada kondisi cuaca normal (cerah tidak ada hujan) dengan nilai daya yang diterima pada kondisi cuaca hujan.

Pemakaian dua metode penentuan nilai parameter redaman  $k$  dan  $\alpha$  dalam rangka untuk menghitung nilai prediksi redaman hujan SST dimaksudkan untuk mendapatkan hasil nilai prediksi yang lebih akurat. Tahap akhir pada pelaksanaan tugas akhir ini adalah melakukan pemilihan metode penentuan  $k$  dan  $\alpha$ , didasarkan nilai jumlah kesalahan kuadrat (*sum of square error*) yang terkecil dari hasil perbandingan terhadap pengukuran langsung yang dilakukan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mendapatkan intensitas curah hujan dari hasil pengukuran menggunakan *raingauge*.
2. Bagaimana mendapatkan nilai redaman hujan hasil dari metode SST (*Synthetic Storm Technique*).
3. Bagaimana menentukan redaman hujan dari hasil pengukuran link komunikasi *microwave* 15 GHz
4. Bagaimana hasil perbandingan nilai redaman hujan SST (*Synthetic Storm Technique*) dengan nilai redaman hujan hasil pengukuran pada link radio *microwave* 15 GHz



### 1.3 Tujuan

1. Memberi perbandingan hasil pengukuran redaman hujan secara langsung pada system komunikasi gelombang mikro *line of sight* 15 GHz, dengan hasil perhitungan menggunakan metode *Synthetic Storm Technique* (SST).
2. Menguji kesesuaian prediksi redaman hujan *Synthetic Storm Technique* (SST) untuk link komunikasi gelombang mikro *line of sight* 15 GHz.

### 1.4 Metodologi

Metodologi pelaksanaan tugas akhir tentang studi perbandingan redaman hujan menggunakan frekuensi 15 Ghz dari hasil pengukuran secara langsung dan hasil simulasi metode SST, dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran curah hujan pada posisi kisaran 15 meter dari link komunikasi radio gelombang mikro 15 GHz di kampus Teknik Elektro ITS Surabaya, menggunakan alat ukur *rain gauge*.
2. Menghitung nilai intensitas curah hujan *rainrate* setiap durasi waktu 1 menit untuk dijadikan sebagai hasil rain rate yang memiliki satuan mm/jam.
3. Melakukan pengukuran redaman hujan secara langsung pada link komunikasi radio gelombang mikro *Line Of Sight* dengan perangkat minilink yang beroperasi pada frekuensi 15 GHz, dengan cara mengambil nilai selisih daya yang diterima oleh Penerima ( $R_x$ ) di saat tidak terjadi hujan dengan hasil daya yang terukur saat terjadi hujan.
4. Melakukan perhitungan prediksi nilai redaman hujan dengan menggunakan metode *Synthetic Storm Technique* (SST), dengan tidak dipengaruhi oleh data arah dan kecepatan angin, karena jarak link komunikasi radio yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah cukup dekat, yaitu 53,2 meter. Nilai prediksi redaman hujan SST ini ditentukan melalui perhitungan parameter redaman  $k$  dan  $\alpha$  yang didasarkan pada rekomendasi ITU-R P.838-3 tahun 2005 yang hasilnya ditambahkan factor koreksi sebesar  $\Delta A$ , dan sebagai perbandingan nilai redaman SST ini juga dihitung dengan nilai  $k$  dan  $\alpha$  ditentukan dengan metode lain yaitu melalui proses regresi linier.

5. Membandingkan hasil nilai prediksi redaman SST yang didapatkan dari kedua metode penentuan parameter redaman  $k$  dan  $\alpha$  dengan hasil nilai redaman hujan yang diperoleh dari pengukuran langsung.
6. Melakukan pemilihan hasil prediksi nilai redaman SST dari dua metode yang dilakukan dengan didasarkan pada pemilihan nilai *sum of square* (SSE) terkecil yang barasal dari perbandingan dengan nilai redaman hujan pengukuran langsung.
7. Membuat simpulan dan laporan sebagai tahap terakhir yang dilakukan di dalam pelaksanaan tugas akhir ini.

## 1.5 Sistematika

Laporan Tugas Akhir ini disusun secara sistematis dibagi dalam beberapa bab, dengan perincian sebagai berikut:

### Bab I Pendahuluan

Pada bab ini akan dipaparkan terkait latar belakang pengerjaan tugas akhir, rumusan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika penulisan tugas akhir dan Relevansi serta manfaatnya,. Bab ini ditulis agar pembaca mengerti arah pengerjaan tugas akhir ini.

### Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dijelaskan tentang studi-studi sebelumnya yang mirip, terkait, atau mendukung pengerjaan Tugas Akhir, dan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini.

### Bab III Metode Pengumpulan Data

Pada bab ini berisi langkah-langkah dalam proses pengumpulan data hasil pengukuran baik intensitas hujan maupun pengukuran redaman langsung sekaligus melakukan pengolahan untuk menjadikan parameter yang siap digunakan sebagai dasar untuk analisa.

### Bab IV Analisa dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang analisa dari hasil pengukuran dan perhitungan-perhitungan terkait dengan nilai redaman hujan SST yang selanjutnya dilakukan perbandingan dengan hasil pengukuran langsung nilai redaman pada link komunikasi gelombang mikro 15 GHz

## Bab V Penutup

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir ini dan beberapa saran yang dapat dijadikan dasar di dalam pengembangan dan pemanfaatan hasil dari tugas akhir ini.

### **1.6 Relevansi dan Manfaat**

Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi para engineer telekomunikasi radio, terkait dengan desain system komunikasi radio gelombang mikro, sebagai berikut :

1. Memberi kontribusi dan pertimbangan di dalam hal pemakaian metode yang tepat untuk membuat estimasi nilai redaman hujan pada perhitungan link budget sistem komunikasi radio gelombang mikro di atas 10 GHz.
2. Memberi kontribusi dan pertimbangan tentang pentingnya memperhatikan nilai redaman hujan pada system komunikasi radio gelombang mikro UHF terrestrial di Indonesia, sehingga bisa diantisipasi sejak dini desain sistem komunikasi yang benar dan tepat.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang studi-studi sebelumnya yang terkait dan mendukung tugas akhir yang akan dilaksanakan. Berikut dibahas juga konsep dan teori yang menjadi landasan pembuatan Tugas Akhir ini. Dasar teori yang dimaksud meliputi konsep perhitungan redaman hujan SST, link radio gelombang mikro Line of Sight, dan konsep serta teori statistik regresi linier terkait menentukan nilai prediksi redaman hujan SST .

#### **2.1 Studi Sebelumnya**

Nuradi S., Haniah M., Ari W, dan Okkkie P. (2009), telah melakukan penelitian dengan judul “Estimasi Redaman Hujan Menggunakan *Synthetic Storm Technique* (SST) Dan Segmentasi Link Untuk Gelombang Millimeter”, adalah tentang perhitungan redaman hujan menggunakan segmentasi metode SST pada 3 (tiga) posisi raingauge yang memiliki jarak terhadap link-nya berbeda-beda.

A. Mauludiyanto, G. Hendranto, M. H. Purnomo, T. Ramadhany, dan A. Matsushima dengan penelitiannya, “*ARIMA Modeling of Tropical Rain Attenuation on a Short 28-GHz Terrestrial Link*”, tentang pemakaian model ARIMA untuk menentukan nilai prediksi redaman hujan pada *link* komunikasi radio 28 GHz.

Gamantyo Hendranto, dan Isztar Zawadzki pada penelitiannya “*Derivation of Parameters of Y – Z Power-Law Relation From Raindrop Size Distribution Measurements and Its Application in the Calculation of Rain Attenuation From Radar Reflectivity Factor Measurements*” tentang parameter daya Y-Z kaitannya dengan pengukuran distribusi curah hujan dan aplikasi perhitungan redaman hujan dari pengukuran pantulan radar.

Pada penelitian ini dilakukan tentang studi perbandingan redaman hujan SST dengan hasil pengukuran redaman hujan pada link komunikasi gelombang mikro 15 GHz yang berjarak 53,2 meters *line of sight*.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Sistem Komunikasi Radio Gelombang Mikro

Komunikasi radio adalah komunikasi yang dilakukan tanpa menggunakan kabel yang memanfaatkan udara sebagai media transmisi untuk perambatan gelombang radio yang bertindak sebagai pembawa sinyal informasi. Gelombang radio adalah satu bentuk radiasi gelombang elektromagnetik, yang terbentuk pada saat obyek yang bermuatan listrik yang dibangkitkan oleh osilator sebagai gelombang pembawa dimodulasi (ditumpangkan frekuensinya) oleh gelombang informasi sehingga berada pada frekuensi yang terdapat pada rentang frekuensi gelombang radio (frekuensi radio) pada suatu spektrum elektromagnetik.

Pada tabel 2.1 di bawah ini adalah alokasi frekuensi yang digunakan pada sistem telekomunikasi.

Tabel 2.1 Alokasi frekuensi

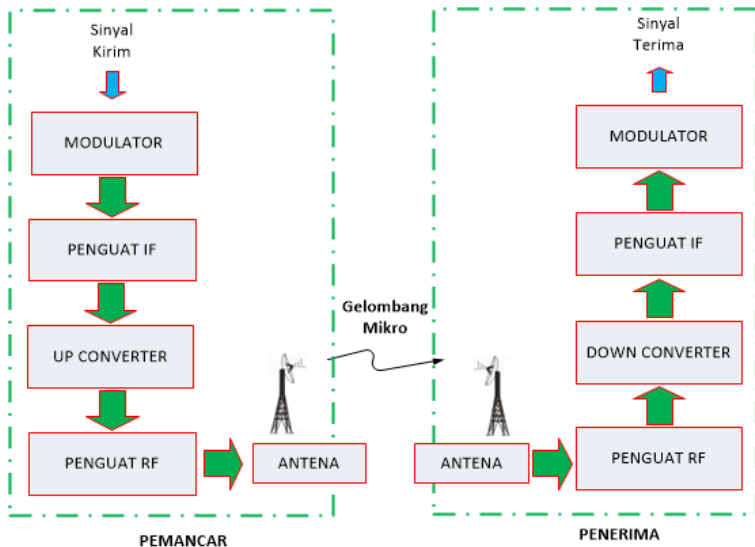
Frekuensi	Panjang Gelombang	Band	Singkatan
3 - 30 Hz	10.000 - 100.000 km	Extremely Low Frequency	ELF
30 - 300 Hz	1.000 - 10.000 km	Super Low Frequency	SLF
300 - 3000 Hz	100 - 1.000 km	Ultra Low Frequency	ULF
3 - 30 KHz	10 - 100 km	Very Low Frequency	VLF
30 - 300 KHz	1 - 10 km	Low Frequency	LF
300 - 3000 KHz	100 m - 1 km	Medium Frequency	MF
3 - 30 MHz	10 - 100 m	High Frequency	HF
30 - 300 MHz	1 - 10 m	Very High Frequency	VHF
300 - 3000 MHz	10 cm - 1 m	Ultra High Frequency	UHF
3 - 30 GHz	1 - 10 cm	Super High Frequency	SHF
30 - 300 GHz	1 mm - 1 cm	Extremely High Frequency	EHF
300 - 3000 GHz	0,1 mm - 1 mm	Tremendously High Frequency	THF

Gelombang mikro adalah gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang 1 meter – 1 mm atau dengan frekuensi 300 Mhz – 300 Ghz. Gelombang mikro merambat secara garis lurus,

sehingga pembangunan sistem komunikasi gelombang mikro harus mempertimbangkan faktor lokasi agar terhindar dari interferensi. Biasanya pembangunan sistem komunikasi gelombang mikro ditempatkan pada puncak gedung/ bangunan, atau bahkan puncak gunung. Meskipun demikian, gelombang mikro memiliki kecepatan transfer data yang cukup besar.

Sistem Komunikasi Radio gelombang mikro adalah suatu sistem komunikasi dua arah dengan menggunakan gelombang-mikro sebagai media pengirim informasi. Kelebihan dari penggunaan komunikasi Radio gelombang mikro adalah kemampuannya menghubungkan semua pelanggan yang tidak terjangkau oleh komunikasi fisik kabel tembaga maupun serat optik. Karena kebutuhan transmisi dengan kualitas yang tinggi sebagai komunikasi data maupun suara tumbuh dengan pesat, maka radio Gelombang mikro menjadi solusi yang tepat, dan juga biaya yang relatif lebih efisien.

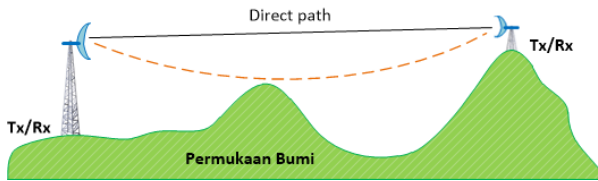
Pada gambar 2.1 ditunjukkan diagram blok dari bagian-bagian radio gelombang mikro, yaitu:



**Gambar 2.1** Blok Diagram Sistem Transmisi Radio Gelombang Mikro

### 2.2.2 Propagasi *Line of Sight* (LOS)

Sesuai dengan namanya, propagasi secara garis pandang yang lebih dikenal dengan propagasi *line of sight*, mempunyai keterbatasan pada jarak pandang. Dengan demikian, ketinggian antenna dan kelengkungan permukaan bumi merupakan faktor pembatas yang utama dari propagasi ini. Jarak jangkauannya sangat terbatas, kira-kira 30 – 50 mil per link, tergantung topologi daripada permukaan buminya. Dalam praktek, jarak jangkauannya sebenarnya adalah  $4/3$  dari *line of sight* (untuk  $K = 4/3$ ), karena adanya faktor pembiasan oleh atmosfer bumi bagian bawah. Propagasi *line of sight*, disebut dengan propagasi dengan gelombang langsung (*direct wave*), karena gelombang yang terpancar dari antenna pemancar langsung berpropagasi menuju antenna penerima dan tidak merambat di atas permukaan tanah.



Gambar 2.2 Propagasi Line of Sight (LOS)

Oleh karena itu, permukaan bumi/tanah tidak meresapnya. Selain itu, gelombang jenis ini disebut juga dengan gelombang ruang (*space wave*), karena dapat menembus lapisan ionosfer dan berpropagasi di ruang angkasa. Propagasi jenis garis pandang ini merupakan andalan sistem telekomunikasi masa kini dan yang akan datang, karena dapat menyediakan kanal informasi yang lebih besar dan keandalan yang lebih tinggi, dan tidak dipengaruhi oleh fenomena perubahan alam, seperti pada propagasi gelombang langit pada umumnya. Band frekuensi yang digunakan pada jenis propagasi ini sangat lebar, yaitu meliputi band VHF (30 – 300 MHz), UHF (0,3 – 3 GHz), SHF (3 – 30 GHz) dan EHF (30 – 300 GHz), yang sering dikenal dengan band gelombang mikro (*microwave*). Aplikasi untuk pelayanan komunikasi, antara lain : untuk siaran radio FM, sistem penyiaran televisi (TV), komunikasi bergerak, radar, komunikasi satelit, dan penelitian ruang angkasa.



### 2.2.3 Pengukuran Daya yang Diterima

Dengan mempertimbangkan nilai daya yang dipancarkan dari antenna pemancar isotropik (antena berbentuk titik yang memancarkan daya secara merata ke segala arah. Kerapatan daya yang dipancarkan antenna ini akan tersebar seragam di semua titik di permukaan bola. Daya terpancar total  $P_T$  akan melintas ke luar melalui permukaan bola. Kerapatan daya yang diarahkan secara radial pada setiap titik di permukaan bola adalah sebagai berikut;

$$\text{Kerapatan Daya} = \frac{P_T}{4\pi d^2} \quad 2-1$$

Jika antenna penerima memiliki luas efektif sebesar  $A_R$  yang terletak di permukaan bola, maka total daya yang diterima  $P_R$  akan sama dengan kerapatan daya dikalikan dengan luas antenanya, yang dinyatakan sebagai berikut;

$$P_R = P_T \frac{A_R}{4\pi d^2} \quad 2-2$$

Antena pemancar dengan luas efektif sebesar  $A_T$ , yang terkonsentrasi radiasinya ke arah sudut tertentu memiliki nilai gain (terhadap antenna isotropik) yang bisa ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut;

$$G_T = \frac{4\pi A_T}{\lambda^2} \quad 2-3$$

untuk  $\lambda$  adalah panjang gelombang sinyal yang dipancarkan. Jika sistem komunikasi radio dengan menggunakan antenna ini sebagai pengganti antenna isotropik, maka nilai daya yang diterima menjadi sebagai berikut;

$$P_R = P_T \left( \frac{4\pi A_T}{\lambda^2} \right) \left( \frac{A_R}{4\pi d^2} \right) \quad 2-4$$

Dengan mengatur ulang persamaan tersebut di atas yaitu memasukkan nilai gain antenna pemancar dan penerima relatif terhadap antenna isotropik, diperoleh;

$$\begin{aligned}
 P_R &= P_T \left( \frac{4\pi A_T}{\lambda^2} \right) \left( \frac{4\pi A_R}{\lambda^2} \right) \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \\
 &= P_T (G_T) (G_R) \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2
 \end{aligned}
 \tag{2-5}$$

Besaran  $G_R = 4\pi A_R \lambda^2$  adalah nilai gain antenna penerima relatif terhadap antenna isotropik.

Berdasarkan persamaan tersebut di atas, dapat ditentukan nilai perbandingan daya yang pancar  $P_T$  terhadap daya yang diterima  $P_R$ , adalah sebagai berikut;

$$\frac{P_R}{P_T} = G_T G_R \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2
 \tag{2-6}$$

Keterangan;

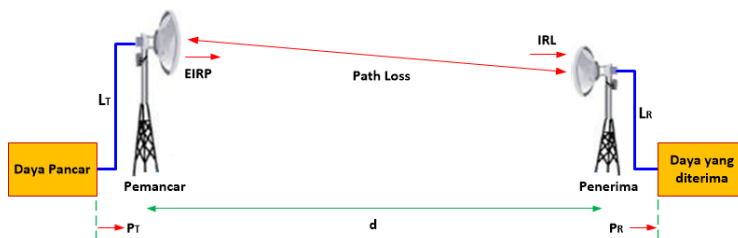
$G_T$  penguatan Antena transmitter,

$G_R$  penguatan receiver,

$\lambda$  panjang gelombang,

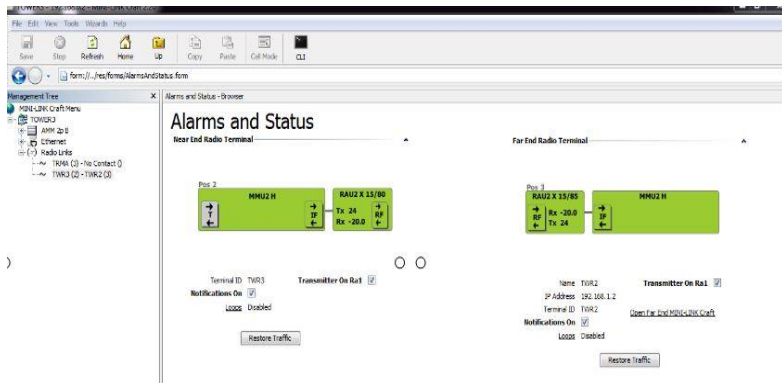
$d$  jarak di antara Pemancar dan Penerima

Nilai daya yang diterima pada system komunikasi gelombang mikro *line of sight* tersebut di atas dapat dilakukan pengukuran secara langsung sesuai blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Skema Pengukuran Daya yang diterima

Perangkat link komunikasi gelombang mikro yang digunakan di dalam penelitian ini adalah minilink, maka nilai daya yang diterima bisa dibaca secara langsung melalui software aplikasi minilink yang di install sebelumnya di komputer, dengan tampilan hasilnya adalah sebagai berikut.



Gambar 2.4 Penunjukan Level Daya yang Diterima

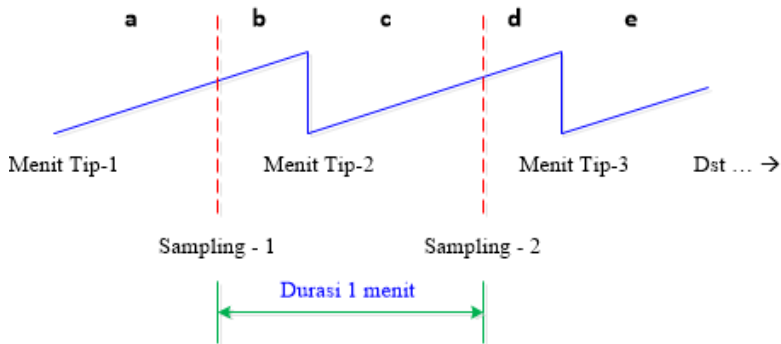
## 2.2.4 Pengukuran Curah Hujan dengan *Raingauge*

Alat ukur yang digunakan untuk pengukuran curah hujan yaitu *raingauge*, dan hasil pengukurannya berupa data dalam format text dengan contoh tampilan datanya adalah seperti berikut ini.

Tabel 2.1 Contoh Tampilan Data Raingauge

Date Time	1/100	
03/08/18 16:35:53.0	0	Start
03/08/18 16:37:19.0	0.01	
03/08/18 17:39:54.5	0.02	
03/08/18 17:39:55.0	0.03	
03/08/18 17:39:55.5	0.04	
03/08/18 17:39:56.0	0.05	
03/08/18 17:39:56.5	0.06	
03/08/18 17:39:57.0	0.07	
03/08/18 17:40:00.5	0.08	
03/08/18 17:40:11.0	0.09	
03/08/18 17:40:11.5	0.1	
03/08/18 18:14:55.5	0.11	

Berdasarkan tampilan data raingauge tersebut di atas, di kolom ke tiga adalah penambahan nilai *rain rate R* sebesar 0,01 inch di setiap *flip*-nya, sehingga diperlukan untuk mengkonversi menjadi besaran *rain rate* yang memiliki satuan mm/jam. Dan konversi yang dilakukan adalah dengan cara Menentukan besaran *rain rate R* dengan satuan mm/jam, di mana pada penelitian ini digunakan sampling data di setiap 1 (satu) menit, yaitu :



Keterangan :

Menit *Flip* ke n : Penunjukan waktu saat *Flip* (jika volume *flip raingauge* sudah terpenuhi 0,01 inch) yang ke n.

a, b, c, ... : Durasi waktu perbandingan saat *flip* terhadap waktu sampling

**Gambar 2.5** Konversi data *raingauge* hasil pengukuran per menit

$$b = \frac{\text{menit Tip 2} - \text{menit sampling 1}}{\text{menit Tip 2} - \text{menit Tip 1}} \times 0,01 \times 25,4 \text{ [mm]} \quad 2-7$$

$$c = \frac{\text{menit sampling 2} - \text{menit Tip 2}}{\text{menit Tip 3} - \text{menit Tip 2}} \times 0,01 \times 25,4 \text{ [mm]} \quad 2-8$$

sehingga besaran *rainrate*  $R$  (mm/jam) untuk waktu sampling yang ke 1 dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut ini.

$$R = (b + c) \times 60 \text{ [mm/jam]} \quad 2-9$$

### 2.2.5 Redaman Hujan SST (Synthetic Storm Technique)

Ciri-ciri hujan di daerah tropis sangat berbeda dari yang ada di daerah beriklim sedang. Telah diamati bahwa hubungan empiris yang diperoleh di daerah beriklim sedang tidak sesuai untuk prediksi propagasi di iklim tropis. Curah hujan di daerah tropis sebagian besar bersifat konvektif dan ditandai dengan tingkat pengendapan (*prescipation*) yang tinggi, yang terjadi selama perluasan terbatas dengan durasi yang pendek.

Indonesia merupakan salah satu negara tropis dengan curah hujan yang relatif tinggi. Pada sistem komunikasi, gelombang elektromagnetik yang melintasi suatu link, akan mengalami penurunan daya karena beberapa fenomena seperti difraksi, scattering, refleksi, serta redaman yang disebabkan oleh zat-zat yang terkandung dalam atmosfer seperti oksigen, awan, uap air, kabut serta hujan. Dari sekian banyak kandungan zat di atmosfer, air merupakan faktor paling dominan. Hal ini dikarenakan air memiliki konstanta dielektrik mendekati 1 (yaitu; 1,00064).

Konsekuensinya, jika kondisi pada lintasan sedang hujan maka propagasi gelombang radio akan terganggu dengan redaman hujan yang disebabkan oleh absorpsi dan scattering oleh hujan. Umumnya, ukuran titik hujan adalah berkisar 0,1 - 5 mm. Jika dibandingkan dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) dari gelombang radio pada frekuensi 10 – 100 GHz yakni berkisar 30  $\mu\text{m}$  – 3mm, maka scattering sinyal jelas tidak bisa dihindari.

Metode synthetic storm mendeskripsikan suatu intensitas curah hujan sebagai fungsi dari panjang suatu lintasan (km) dimana hujan tersebut bergerak sepanjang lintasan karena adanya pergerakan dari angin dengan kecepatan tertentu. Untuk menghitung redaman hujan dapat dilakukan melalui pengukuran curah hujan secara langsung dan penggunaan data cuaca serta pertimbangan arah dan kecepatan angin menggunakan metode statistik *Synthetic Storm Technique* (SST).

Metode *synthetic storm* mendeskripsikan suatu intensitas curah hujan sebagai fungsi dari panjang lintasan/link (Km) dimana hujan tersebut bergerak sepanjang lintasan karena adanya pergerakan angin dengan kecepatan tertentu. Dari besarnya kecepatan angin dan arah angin maka diperoleh kecepatan angin dalam lintasan ( $V_r$ ). Menentukan nilai kecepatan angin terhadap arah angin yang bergerak pada lintasan link komunikasi radio, adalah :

$$v = \left| \frac{v_r}{\sin \theta} \right| \quad ; \text{Orientasi link Timur – Barat} \quad 2-10$$

$$v = |v_r \cos \theta| \quad ; \text{Orientasi link Utara – Selatan} \quad 2-11$$

Keterangan :

$v_r$  adalah Kecepatan angin

$v$  adalah Kecepatan angin terhadap arah angin yang datang pada link radio

$\theta$  adalah sudut datang angin terhadap lintasan

Untuk selanjutnya, dengan waktu sampling sebesar  $T$ , dengan Intensitas curah hujan ( $R$ ) di sepanjang lintasan, maka besarnya segmen sebagai pembagi lintasan  $\Delta L$  dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta L = v_r \cdot T \quad [\text{Km}] \quad 2-12$$

Dan nilai total redaman hujan  $A_b$  (dB) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$A_b(\text{dB}) = \sum_{j=0}^{n-1} k R_{b-j}^{\alpha} \times \Delta L \quad 2-13$$

Keterangan :

$A_b$  (dB) : adalah redaman Hujan SST

$k, \alpha$  : adalah parameter redaman berdasarkan Polarisasi dan Frekuensi (ITU R-838.3, 2005)

$R$  : adalah Intensitas curah hujan [mm/jam]

$\Delta L$  : adalah panjang segmen dari *link* (lintasan radio) efektif  $L$   
 $Vr$  : adalah kecepatan angin  
 $T$  : waktu sampling

Nilai  $\Delta L$  adalah merupakan panjang efektif lintasan radio, yaitu nilai hasil perkalian jarak lintasan sebenarnya  $d$  dengan faktor reduksi  $r$  yang berdasarkan ITU-R.530-14 2012 dapat ditentukan menggunakan persamaan di bawah ini, dengan nilai maksimum  $r < 2,5$  :

$$r = \frac{1}{0,477 d^{0,633} R_{0,01}^{0,073} \alpha f^{0,123} - 10,579(1 - \exp(-0,024 d))} \quad 2-14$$

Jumlah segmen  $n$  adalah sama dengan  $L/\Delta L$  dan koefisien  $k$  dan  $\alpha$  bergantung dari frekuensi gelombang radio, dan polarisasi antenna link radio komunikasi gelombang mikro sebagai obyek pengukuran. Nilai konstanta  $a$  dan  $b$ , dapat ditentukan berdasarkan persamaan :

$$k = [k_H + k_V + (k_H - k_V) \cos^2 \theta \cos 2\tau]/2 \quad 2-15$$

$$\alpha = [k_H \alpha_H + k_V \alpha_V + (k_H \alpha_H - k_V \alpha_V) \cos^2 \theta \cos 2\tau]/2k \quad 2-16$$

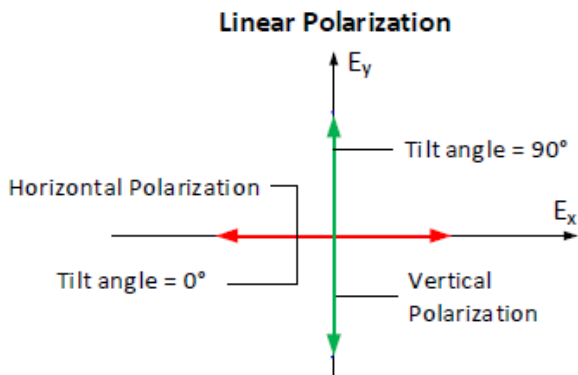
Nilai konstanta  $k_V$ ,  $k_H$  dan  $\alpha_V$ ,  $\alpha_H$  didasarkan pada table yang ditetapkan oleh rekomendasi ITU-R P.838 2005. Sebagai berikut :

**Tabel 2.2** Nilai Kostanta  $k$  dan  $\alpha$  terhadap Frekuensi dan Polarisasi

Frequency (GHz)	$k_H$	$\alpha_H$	$k_V$	$\alpha_V$
11	0.01772	1.2140	0.01731	1.1617
12	0.02386	1.1825	0.02455	1.1216
13	0.03041	1.1586	0.03266	1.0901
14	0.03738	1.1396	0.04126	1.0646
15	0.04481	1.1233	0.05008	1.0440
16	0.05282	1.1086	0.05899	1.0273
17	0.06146	1.0949	0.06797	1.0137
18	0.07078	1.0818	0.07708	1.0025
19	0.08084	1.0691	0.08642	0.9930
20	0.09164	1.0568	0.09611	0.9847
21	0.1032	1.0447	0.1063	0.9771
22	0.1155	1.0329	0.1170	0.9700
23	0.1286	1.0214	0.1284	0.9630
24	0.1425	1.0101	0.1404	0.9561
25	0.1571	0.9991	0.1533	0.9491

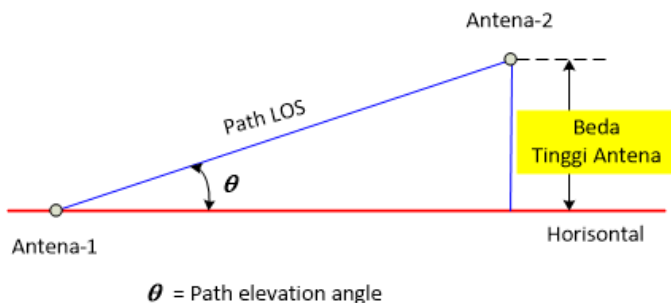
Dan nilai sudut elevasi lintasan  $\theta$ , serta sudut *tilt* polarisasi relative terhadap horizontal  $\tau$ , dapat ditentukan sebagai berikut ini.

Untuk polarisasi vertikal, nilai sudut  $\tau$  adalah  $90^\circ$  (sumber : Whitham D. Reeve, *Introduction to Radio Wave Polarization*) adalah :



**Gambar 2.6** Sudut *tilt* polarisasi relative terhadap horizontal

Sedangkan sudut  $\theta$  (*path elevation angle*) adalah sama dengan  $0^\circ$  :



**Gambar 2.7** Sudut elevasi lintasan

Dalam penelitian ini menggunakan frekuensi sebesar 15 GHz dengan polarisasi Horizontal.



### **2.2.6 Regresi Linier Sederhana**

Korelasi dan regresi keduanya mempunyai hubungan yang sangat erat. Setiap regresi pasti ada korelasinya, tetapi korelasi belum tentu dilanjutkan dengan regresi. Korelasi yang tidak dilanjutkan dengan regresi, adalah korelasi antara dua variabel yang tidak mempunyai hubungan kasual/sebab akibat, atau hubungan fungsional. Untuk menetapkan kedua variabel mempunyai hubungan kausal atau tidak, maka harus didasarkan pada teori atau konsep-konsep tentang dua variabel tersebut.

Hubungan antara nilai daya yang diterima dengan ukuran antenna radio yang digunakan, dapat dikatakan sebagai hubungan yang kausal, hubungan antara kepemimpinan dengan kepuasan kerja pegawai dapat dikatakan hubungan yang fungsional.

Analisis regresi dapat digunakan bila ingin mengetahui variabel dependen/kriteria yang dapat diprediksikan melalui variabel independen atau variabel prediktor, secara individual. Analisis regresi juga digunakan untuk mempelajari dan mengukur hubungan statistik yang terjadi antara dua variabel atau lebih variabel. Variabel tersebut adalah variabel X (variabel independent/ variabel yang mempengaruhi/ variabel yang diketahui), dan variabel Y (variabel dependent/ variabel yang dipengaruhi/ variabel yang tidak diketahui). Dampak dari penggunaan analisis regresi dapat digunakan untuk memutuskan :

1. Naik dan menurunnya variabel dependen dapat dilakukan dengan cara menaikkan dan menurunkan keadaan variabel independen, atau;
2. Meningkatkan keadaan variabel dependen dapat dilakukan dengan meningkatkan variabel independen/dan sebaliknya.

Dalam analisis regresi, selain mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih, juga menunjukkan arah hubungan antara variabel dependen dengan variabel independen. Variabel dependen diasumsikan random/stokastik, yang berarti mempunyai distribusi probabilistik. Variabel independen/bebas diasumsikan memiliki nilai tetap (dalam pengambilan sampel yang berulang)

Jika terdapat hanya 1 (satu) variabel bebas maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi sederhana, dan apabila variabel input lebih dari 1 (satu), maka akan digunakan regresi ganda.

Regresi sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal antara satu variabel independen dengan satu variabel dependen. Persamaan umum regresi linier sederhana adalah :

$$Y = a + bX \quad 2-17$$

Keterangan :

$Y$  : Subyek dalam variabel dependen yang diprediksikan

$a$  : Harga  $Y$  bila  $X$  sama dengan 0 (harga konstan)

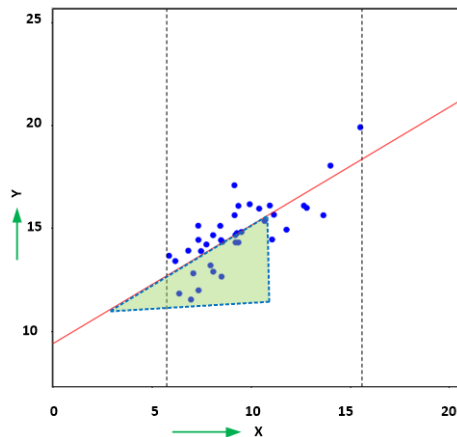
$b$  : Angka arah atau koefisien regresi,

Yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen.

a. bila  $b$  (+) maka naik, dan

b. bila  $b$  (-) maka terjadi penurunan.

$X$  : Subyek pada variabel Independen yang mempunyai nilai tertentu. Secara teknis harga  $b$  merupakan tangen dari (perbandingan) antara panjang garis variabel Independen dengan variabel dependen, setelah persamaan regresi ditemukan.



Gambar 2.8 Garis Regresi  $Y$  karena Pengaruh  $X$

$$b = r \frac{S_y}{S_x} \quad 2-18$$

$$a = Y - bX \quad 2-19$$

Keterangan :

$r$  : koefisien korelasi product moment antara variabel  $X$  dengan variabel  $Y$

$S_y$  : simpangan baku variabel  $Y$

$S_x$  : simpangan baku variabel  $X$

Jadi harga  $b$  merupakan fungsi dari koefisien korelasi. Bila koefisien korelasi tinggi, maka harga  $b$  juga besar, sebaliknya bila koefisien korelasi rendah maka harga  $b$  juga rendah (kecil).

Selain itu bila koefisien korelasi negatif maka harga  $b$  juga negatif, dan sebaliknya bila koefisien korelasi positif maka harga  $b$  juga positif. Di samping itu harga  $a$  dan  $b$  dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$a = \frac{\sum Y_i \sum X_i^2 - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad 2-20$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad 2-21$$

### 2.2.7 Perhitungan Nilai Faktor Koreksi

Perhitungan faktor koreksi berfungsi untuk menambahkan satu parameter perhitungan di dalam menentukan nilai redaman hujan melalui penentuan nilai  $k$  dan  $\alpha$  berdasarkan rekomendasi ITU R-838-3 2005, agar mendapatkan nilai redaman hujan SST yang lebih mendekati hasil pengukuran redaman hujan secara langsung di lapangan.

Dalam menentukan nilai faktor koreksi didapat dengan mencari selisih nilai dari hasil pengukuran redaman secara langsung di lapangan dengan nilai redaman SST yang diperoleh berdasarkan perhitungan secara teoritis. Berikut ini adalah merupakan persamaan untuk menghitung nilai faktor koreksi redaman SST.

$$A_{SST} = A_{SST[ITU]} + \Delta A \quad (2-22)$$

dan,

$$\Delta A = \bar{A}_m - \bar{A}_{SST[ITU]} \quad (2-23)$$

Keterangan :

$A_{SST}$  = Redaman SST dengan factor koreksi  $\Delta A$

$A_{SST[ITU]}$  = Redaman SST dengan k dan  $\alpha$  dari ITU R-838-3 2005

$\bar{A}_m$  = Redaman hujan hasil pengukuran rata-rata

$\bar{A}_{SST[ITU]}$  = Redaman SST rata-rata dengan k dan  $\alpha$  dari ITU R-838-3 2005

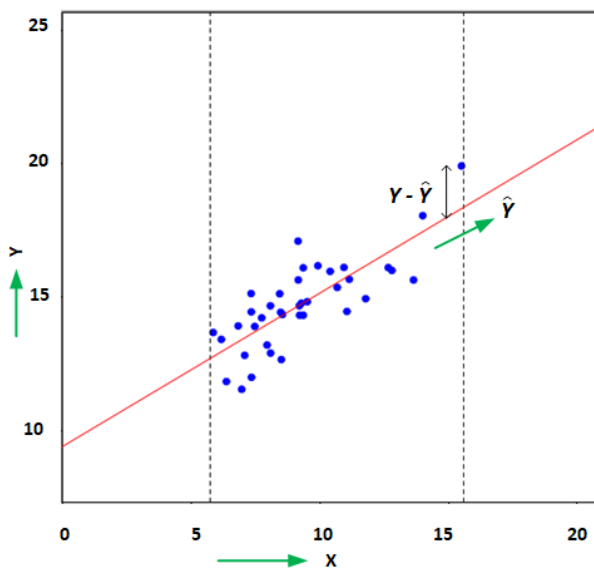
$\Delta A$  = Faktor koreksi

### 2.2.8 Perhitungan SSE

SSE (*sum of square due to error*) adalah mengukur kesalahan penggunaan estimasi persamaan regresi untuk menghitung nilai variabel terikat dari sampel.

$$SSE = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad 2-24$$

Sebagai ukuran kesalahan estimasi dg menggunakan persamaan regresi  $\hat{Y}$ . SSE juga bisa dinyatakan sebagai jumlah kuadratis perbedaan nilai data variabel dependent ke i terhadap nilai persamaan garis ke i.



Gambar 2.9 Deviasi Garis Regresi Estimasi

*[Halaman ni sengaja dikosongkan]*

## **BAB III**

### **METODE PENGUMPULAN DATA**

Pada bab ini dijelaskan tentang metode pengumpulan data dengan melakukan pengukuran redaman hujan baik melalui pengukuran curah hujan menggunakan *raingauge* yang selanjutnya dianalisis dan dihitung nilai redaman hujannya dengan menggunakan metode *Synthetic Storm Technique* (SST) maupun pengukuran redaman hujan secara langsung untuk link komunikasi radio gelombang mikro *line of sight* 15 GHz, berdasarkan hasil selisih nilai pengukuran daya yang diterima pada saat tidak hujan dengan nilai daya yang diterima pada saat terjadi hujan.

#### **3.1 Metode Pengukuran**

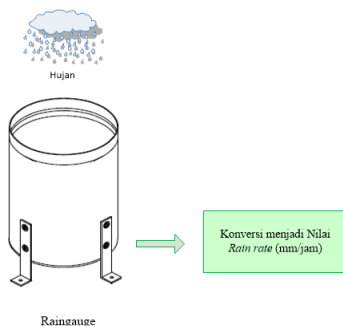
##### **3.1.1 Pengukuran Curah Hujan *Raingauge***

Pengukuran curah hujan dengan menggunakan *raingauge* ini dilakukan di kampus Teknik Elektro ITS Surabaya tepatnya di dekat lokasi link komunikasi radio gelombang mikro *line of sight* 15 GHz. Pengukuran curah hujan ini pada awalnya digunakan 1 (satu) buah perangkat *raingauge* yang dilakukan pada 2 *event* (kejadian) hujan, yaitu hujan pada tanggal 7 dan 8 maret 2018. Sedangkan untuk pengukuran-pengukuran curah hujan pada event yang lain telah menggunakan dua buah alat ukur *raingauge* yang diletakkan pada satu lokasi yang sama. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Hasil pengukuran curah hujan ini akan digunakan sebagai dasar perhitungan nilai redaman hujan menggunakan metode *Synthetic Storm Technique* (SST). Parameter curah hujan yang dicatat adalah waktu *Tip* jatuh dan besaran curah hujannya, di mana setiap *Tip* curah hujan yang tercatat adalah 0,01 inch. Dari hasil pengukuran ini kemudian dikonversi untuk menjadi nilai *rain rate* (R), yang secara bertahap nilai *rain rate* ini ditentukan untuk setiap sampel data 1 (satu) menit, sehingga pada akhirnya akan bisa dihasilkan nilai *rain rate* (R) yang memiliki satuan mm/jam.

Secara garis besar cara melakukan pengukuran curah hujan menggunakan *raingauge* ini adalah bahwa alat ukur *raingauge*

diletakkan pada satu tempat yang bebas dari penghalang sehingga *raingauge* ini dapat mendeteksi seberapa besar curah hujan secara langsung tanpa dipengaruhi oleh kondisi di sekelilingnya. Blok diagram pengukuran nilai redaman hujan ini adalah seperti gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Blok diagram Pengukuran Curah Hujan

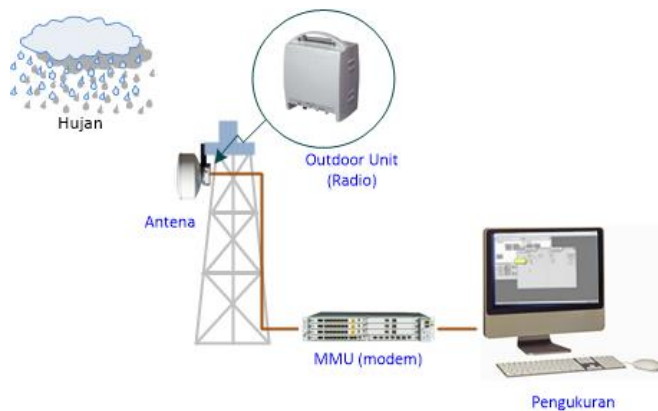
### 3.1.2 Pengukuran Redaman Hujan Radio Link 15 GHz

Pengukuran redaman hujan yang dilakukan secara langsung pada link komunikasi radio gelombang mikro *line of sight* 15 GHz, adalah dengan cara mengambil nilai selisih hasil pengukuran nilai daya yang diterima pada saat tidak hujan  $R_{x[tidak\ hujan]}$  dan nilai daya yang diterima saat terjadi hujan  $R_{x[hujan]}$  dan hasilnya adalah nilai redaman hujan  $A$  dengan satuan decibel (dB).

Pengukuran nilai daya yang diterima pada saat hujan dilakukan untuk setiap 15 detik yang kemudian hasilnya di rata-rata untuk setiap 1(satu) menitnya selama terjadinya hujan dan dilanjutkan dengan pencatatan untuk pengukuran nilai daya yang diterima pada saat tidak hujan dengan selang waktu yang sama di setiap sampelnya selama beberapa waktu pada saat tidak hujan.

Pengukuran daya yang diterima saat hujan ini dilakukan bersamaan dengan pengukuran curah hujan. Dan pengukuran berlanjut untuk mencatat daya yang diterima untuk kondisi tidak hujan. Pengukuran ini dilakukan sesuai dengan blok diagram seperti gambar 3.2 di bawah ini.





**Gambar 3.2** Blok diagram Pengukuran Redaman Hujan Radio 15 GHz

### 3.2 Parameter Pengukuran

Parameter pengukuran merupakan nilai yang dicatat dalam setiap kali dilaksanakan suatu pengukuran. Karena pengukuran dilakukan pada dua alat ukur, yaitu; pengukuran curah hujan menggunakan *raingauge* yang memiliki parameter yang disebut sebagai *rain rate* (mm/jam), sebagai dasar untuk menentukan nilai redaman hujan SST. Untuk menentukan nilai redaman ini sangat dipengaruhi dengan kondisi radio sebagai obyek dari pengukuran, seperti; frekuensi radio yang digunakan, polarisasi antenna yang terpasang, sudut *tilt* polarisasi terhadap bidang horizontal, dan sudut elevasi lintasan radio *line of sight*. Sedangkan untuk pengukuran nilai redaman hujan secara langsung pada link radio 15 GHz memiliki parameter ; Frekuensi, jarak lintasan termasuk polarisasi yang dimiliki dan daya yang diterima radio penerima (*Rx Level Signal*).

Contoh hasil pengukuran nilai curah hujan yang dimaksudkan di atas, sebagai data dari *dala Logger raingauge* adalah berupa text yang ditunjukkan seperti Tabel 3.1 di bawah ini.

**Tabel 3.1** Contoh hasil pengukuran *rain rate* dari *raingauge*

Date Time	1/100	
03/08/18 16:35:53.0	0	Start
03/08/18 16:37:19.0	0.01	
03/08/18 17:39:54.5	0.02	
03/08/18 17:39:55.0	0.03	
03/08/18 17:39:55.5	0.04	
03/08/18 17:39:56.0	0.05	
03/08/18 17:39:56.5	0.06	
03/08/18 17:39:57.0	0.07	
03/08/18 17:40:00.5	0.08	
03/08/18 17:40:11.0	0.09	
03/08/18 17:40:11.5	0.1	

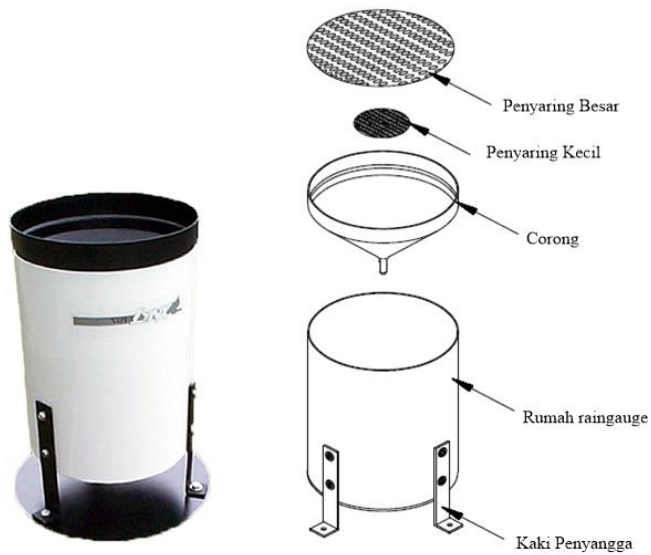
Sedangkan contoh hasil untuk pengukuran daya yang diterima pada radio komunikasi gelombang mikro 15 GHz, adalah ditunjukkan seperti pada gambar 2.4.

### 3.3 Perangkat Pengukuran

Perangkat yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran curah hujan atau *rain rate* adalah menggunakan *raingauge*. Perangkat ini merupakan bagian penting dari pengukuran, sehingga dapat diperoleh data yang nantinya akan dapat digunakan dasar menentukan nilai redaman hujan SST. Adapun perangkat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah :

Jenis perangkat *raingauge* tersebut di atas memiliki spesifikasi seperti berikut ini.

- Type : Tipping bucket
- Output : 0,5 detik switch closure
- Switch : Sealed reed switch
- Sensitivity : 1 tip per 0,01 inch
- Accuracy :  $\pm 2\%$  up to 2"/hr
- Contact rating : 3 watts, 0,25 ampere, 24 Vdc
- Size : 8" dia x 14 1/2" high
- Mounting : 3 kaki, 1/4" diameter lubang baut



Gambar 3.3 Perangkat Rain gauge

Adapun perangkat yang digunakan dalam melakukan pengukuran redaman hujan langsung yaitu melalui pengukuran daya yang diterima pada saat terjadi hujan untuk dibandingkan dengan hasil pengukuran daya yang dilakukan pada saat cuaca terang (tidak hujan), dan perangkat yang dibutuhkan di dalam melakukan pengukuran parameter ini adalah menggunakan radio gelombang mikro 15 GHz, meliputi :

### 1. Antena Microwave

Spesifikasi Antena *Microwave* :

- Nama Produksi : ANT2 0.6 15 HP
- Nomor Produksi : UKY210 76/SC15
- Frekuensi : 14,4 – 15,35 GHz
- Diameter Reflektor : 0,6 meter



Gambar 3.4 Perangkat Antena *Microwave*

- Gain : Low : 36,2 dBi  
Mid : 36,6 dBi  
High : 36,8 dBi
- Half Power Beamwidth : 2,2° dan 2,8°
- Polarisasi : Single → Linier (vertical/Horisontal)
- Front to Back Ratio : 61 dB
- Return Loss : 14 dB (minimal)

## 2. Radio *Microwave*

Spesifikasi Radio *Microwave* :

- Nama Produksi : RAU2 X 15/80
- Nomor Produksi : UKL410 68/80
- Frekuensi : 15 GHz
- RF Output Power : 18 dBm (16 QAM)
- Receiver Threshold  
BER 10-3 : - 86 dBm
- Channel spacing : 7 MHz



Gambar 3.5 Perangkat Radio *Microwave*

### 3. Kabel Koaksial

Perangkat kabel yang menghubungkan di antara Outdoor unit dengan MMU adalah menggunakan kabel koaksial, yang memiliki spesifikasi :

- Nama Produksi : Belden RG 58/U
- Nomor Produksi : 7807R
- Frekuensi : 5 – 6.000 MHz
- Impedansi : 50 Ohm
- Redaman : 6,5 dB/100 ft (450 MHz)
- VSWR : 1,25 : 1

Hasil pengukuran daya yang diterima ini, dapat dilakukan dengan menggunakan *interface software* aplikasi *Minilink Craft* Versi 2.19.

### 3.4 Skenario Pengukuran

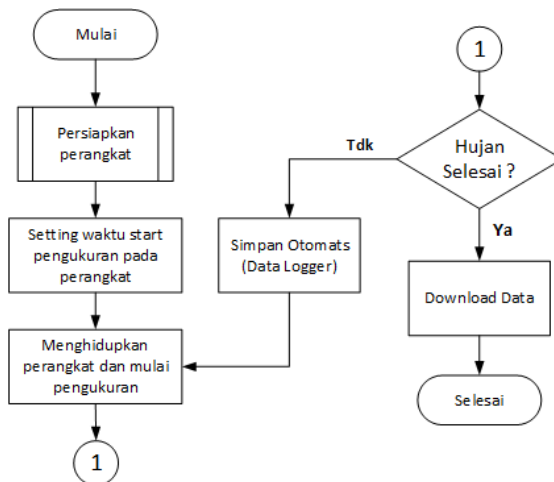
Berdasarkan keterangan tersebut di atas, pengukuran dilakukan pada dua obyek, yaitu pengukuran nilai intensitas hujan menggunakan

*raingauge* yang dilanjutkan dengan perhitungan nilai redaman hujan SST, dan secara bersamaan dilakukan pengukuran redaman hujan secara langsung melalui pengukuran daya yang diterima oleh radio *microwave* 15 GHz.

### 3.4.1 Pengukuran Curah Hujan dengan Raingauge

Pengukuran curah/intensitas hujan dilakukan menggunakan perangkat *raingauge* yang pada intinya adalah untuk mendapatkan besarnya nilai *rain rate*. Hasil pengukuran nilai *rain rate* dari *raingauge* berupa data yang tergantung dari waktu *flip raingauge* yang tidak beraturan sehingga dibutuhkan pengolahan untuk mendapatkan nilai *rain rate* dengan satuan mm/jam. Untuk selanjutnya digunakan dasar untuk menentukan nilai redaman hujan menggunakan metode *synthetic storm technique* (SST).

Karena jarak lintasan komunikasi gelombang mikro sangat pendek yaitu 0,0532 km, sehingga di dalam menentukan nilai redaman hujan SST-nya hanya membutuhkan satu segmen Panjang, dan tidak dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin yang terjadi pada lintasan komunikasi sebagai obyek penelitian ini.



Gambar 3.6 Blok Diagram Pengukuran Curah Hujan

1. Persiapkan Laptop yang sudah terinstal software Boxcar versi 3.1 dan sudah terpasang kabel RS 232,
2. Setelah itu hubungkan data logger dengan Laptop yang sudah terhubung oleh kabel RS 232,
3. Klik menu tab *Launch* lalu set up perangkat pada *data logger* dengan mengatur waktu *data logger* untuk disesuaikan dengan data waktu saat ini dan disinkronkan dengan waktu pelaksanaan pengukuran redaman hujan radio
4. Pasang data logger pada *bucket raingauge* yang diletakkan di atas gedung dan dimulai pengukuran
5. Lakukan pengukuran sampai waktu hujan selesai, selanjutnya ambil/lepas *data logger* di dalam *bucket raingauge*.
6. Download data hasil pengukuran dari *data logger* menggunakan laptop yang sudah terinstal boxcar versi 3.1. Klik pada menu tab *Read Out* untuk menampilkan data curah hujan

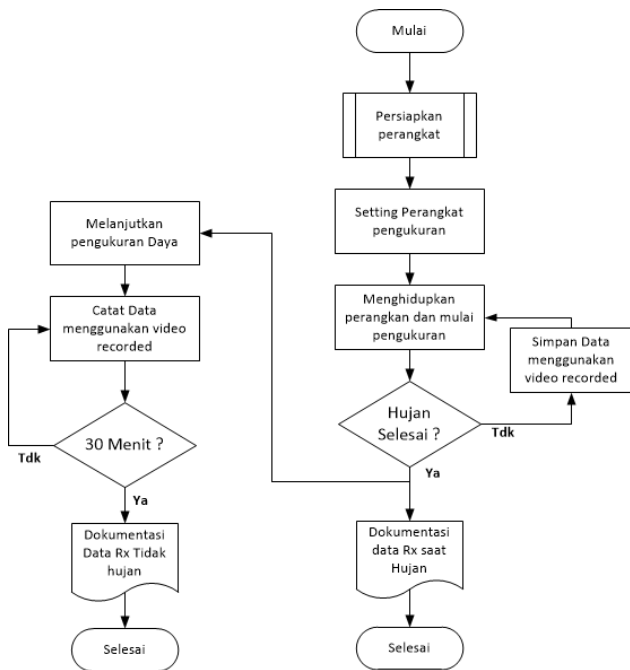
**Tabel 3.2** Data hasil pengukuran Curah Hujan *Raingauge*

Date Time	1/100				
04/01/18 12:31:29.0	0	Start	04/01/18 18:27:48.0	0.29	
04/01/18 18:20:43.0	0.01		04/01/18 18:28:00.0	0.3	
04/01/18 18:21:55.0	0.02		04/01/18 18:28:12.5	0.31	
04/01/18 18:22:15.5	0.03		04/01/18 18:28:27.5	0.32	
04/01/18 18:22:44.5	0.04		04/01/18 18:28:40.5	0.33	
04/01/18 18:23:02.5	0.05		04/01/18 18:28:53.5	0.34	
04/01/18 18:23:22.5	0.06		04/01/18 18:29:07.5	0.35	
04/01/18 18:23:40.0	0.07		04/01/18 18:29:24.0	0.36	
04/01/18 18:23:59.5	0.08		04/01/18 18:29:24.5	0.37	
04/01/18 18:24:15.0	0.09		04/01/18 18:29:39.0	0.38	
04/01/18 18:24:28.5	0.1		04/01/18 18:29:59.0	0.39	
04/01/18 18:24:39.0	0.11		04/01/18 18:30:21.0	0.4	
04/01/18 18:24:50.0	0.12		04/01/18 18:30:42.0	0.41	
04/01/18 18:25:03.5	0.13		04/01/18 18:31:08.0	0.42	
04/01/18 18:25:18.5	0.14		04/01/18 18:31:54.0	0.43	
04/01/18 18:25:31.0	0.15		04/01/18 18:33:38.5	0.44	
04/01/18 18:25:45.5	0.16		04/01/18 18:34:32.0	0.45	
04/01/18 18:25:56.5	0.17		04/01/18 18:35:00.5	0.46	
04/01/18 18:26:07.0	0.18		04/01/18 18:35:51.0	0.47	
04/01/18 18:26:18.5	0.19		04/01/18 18:35:51.5	0.48	
04/01/18 18:26:28.5	0.2		04/01/18 18:36:58.5	0.49	
04/01/18 18:26:37.5	0.21		04/01/18 18:36:59.0	0.5	
04/01/18 18:26:47.0	0.22		04/01/18 18:39:57.0	0.51	
04/01/18 18:26:55.0	0.23		04/01/18 19:20:16.0	0.52	
04/01/18 18:27:06.0	0.24		04/01/18 19:20:16.5	0.53	
04/01/18 18:27:15.0	0.25		04/01/18 19:20:31.5	0.53	End
04/01/18 18:27:23.5	0.26				
04/01/18 18:27:31.0	0.27				
04/01/18 18:27:39.0	0.28				

Pengukuran curah hujan dengan *raingauge* dimulai sejak bulan maret s/d mei 2018 di lokasi kampus ITS Gedung Elektro lantai 4 di samping link radio komunikasi gelombang mikro 15 GHz, dan didapatkan 7 *event* hujan. Data hasil pengukuran ini berupa text dengan format \*.txt. Data hasil *raingauge* ini secara lengkap diberikan di lampiran A. Dan untuk salah satu event pengukuran pada tanggal 01 april ditunjukkan seperti pada Tabel 3.2.

### 3.4.2 Pengukuran Redaman Hujan Radio Link 15 GHz

Pengukuran yang kedua adalah untuk mendapatkan nilai redaman hujan secara langsung pada lintasan komunikasi gelombang mikro 15 GHz, adalah melalui pengukuran daya yang diterima.



**Gambar 3.7** Blok diagram pengukuran redaman hujan pada link radio



Pengukuran daya yang diterima ini dilakukan pada menit yang sama di saat terjadi hujan. Dan akan dilanjutkan pengukuran daya yang diterima selang beberapa menit setelah hujan redah dan data daya tercatat sebagai daya yang diterima saat tidak terjadi hujan selama kurun waktu 30 menit.

Pencatatan nilai daya yang diterima ini dilakukan per 15 detik dan hasilnya di rata-rata dalam selang waktu per 1 menit, sehingga diperoleh data sampel per menit.

Pengukuran nilai daya yang dimaksudkan di atas dapat dilakukan seperti berikut ini :

1. Persiapkan perangkat pengukuran, hubungkan Laptop dengan MMU melalui kabel Ethernet (*Straight cabel*) pada link radio gelombang mikro 15 GHz.
2. Setelah lampu indicator pada MMU sudah menyala, maka buka Software Mini-Link Craft pada Laptop, lalu masukkan Ip serta password yang sudah di tentukan.
3. Mulai pengukuran daya diterima radio bersamaan waktunya dengan pengukuran intensitas hujan.
4. Karena perangkat penerima tidak ada fasilitas pencatatan histori daya yang diterima, maka pencatatan dilakukan dengan menggunakan *video screen recorder*, dan hasilnya diringkas untuk ditabelkan
5. Data yang diperoleh adalah hasil pengukuran daya yang diterima pada saat terjadi hujan
6. Pengukuran dilanjutkan untuk mendapatkan nilai daya yang diterima di saat tidak ada hujan, yaitu dilakukan pengukurannya pada selang tertentu setelah dipastikan hujan reda.
7. Semua pengukuran daya diambil per 15 detik untuk di rata-rata menjadi sampel data per menit disesuaikan dengan waktu pengukuran intensitasnya.
8. Kedua hasil pengukuran daya yang diterima tersebut di atas kemudian dibandingkan untuk mendapatkan selisih daya yang diterima saat terjadi hujan dan saat tidak terjadi hujan, sehingga diharapkan dapat diperoleh nilai redaman hujan per sample waktu 1 menit.

Data hasil pengukuran daya yang telah di rata-rata yang ditampilkan dalam bentuk tabel di saat terjadi hujan, yang diambil dari hasil *video screen recorded* diberikan secara lengkap pada lampiran B.

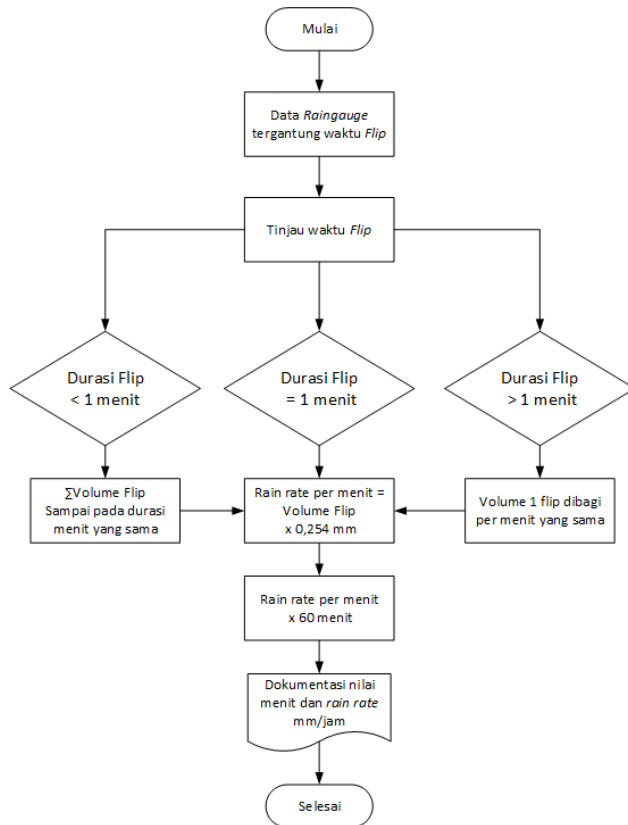
### 3.5 Skenario Pengolahan Data

Setelah diperoleh nilai hasil pengukuran, baik intensitas hujan dan data penerimaan daya radio dalam dua kondisi yaitu saat hujan dan tidak hujan maka dilanjutkan dengan melakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan *rain rate* R dengan satuan mm/jam. Data berikutnya adalah untuk pengolahan nilai hasil pengukuran redaman hujan secara langsung pada link radio gelombang mikro 15 GHz, yang keduanya akan ditampilkan dalam bentuk table dan grafik.

#### 3.5.1 Pengolahan Data Intensitas Curah Hujan

Data hasil pengukuran curah hujan dari *raingauge* masih tergantung waktu *flip raingauge*, sehingga dibutuhkan pengolahan datanya untuk memperoleh nilai *rain rate* R (mm/jam) menggunakan persamaan (2-9) sampai dengan (2-11), yang secara urut dilakukan perhitungan seperti blok diagram gambar 3.8 di bawah ini.

1. Data hasil pengukuran nilai intensitas hujan yang berasal dari *raingauge* tergantung waktu *flip* yang tidak beraturan karena *flip* terjadi saat volume flip penuh 0,01 inch yang sama dengan 0,2540 mm.
2. Membuat data rain rate dalam durasi sample adalah per menit (60 detik) menggunakan persamaan (2-9) sampai dengan (2-10).
3. Konversi data nilai rain rate yang memiliki satuan mm per jam (hasil poin 2 dikalikan dengan 60 menit)
4. Semua pelaksanaan perhitungan dilakukan dengan bantuan program aplikasi yang dibuat khusus menggunakan *database Visual Foxpro versi 9 SP-2 2015*, yang hasilnya bisa berbentuk tabel serta grafik.



**Gambar 3.8** Blok Diagram Pengolahan Data *Rain rate*

Berdasarkan data hasil pengukuran curah hujan dari *raingauge* pada Tabel 3.2 tersebut di atas, dapat ditentukan nilai *rainrate*-nya yang dalam hal ini diambil nilainya pada durasi waktu per sampel data adalah 1 menit, di mana untuk satu *flip raingauge* adalah 0,01 inch atau sama dengan 0,2540 mm. Sehingga langkah yang digunakan untuk

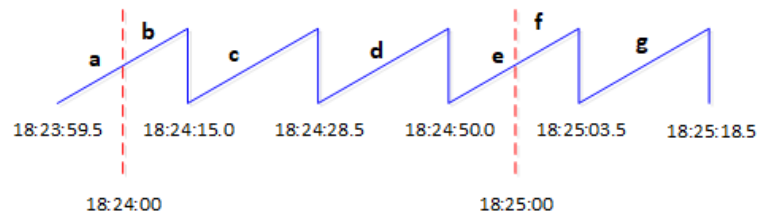
menentukan nilai *rainrate* R (mm/menit) adalah menggunakan persamaan (2-9) sampai dengan (2-11), sebagai berikut.

Nilai Parameter :

$$c = d = g = 0,2540 \text{ mm}$$

$$b = \frac{18:24:15 - 18:24:00}{18:24:15 - 18:23:59} \times 0,2540 = 0,2381$$

$$e = \frac{18:25:00 - 18:24:50}{18:25:03 - 18:24:50} \times 0,2540 = 0,19538$$



Gambar 3.9 Konversi nilai *Rain rate*

Sehingga nilai *rainrate* R (mm/jam) pada menit ke 18:24:00 adalah :

$$R = (b + c + d + e) \times 60 = (0,2381 + 0,2540 + 0,2540 + 0,19538) \times 60$$

$$= 56,48880 \text{ mm/jam}$$

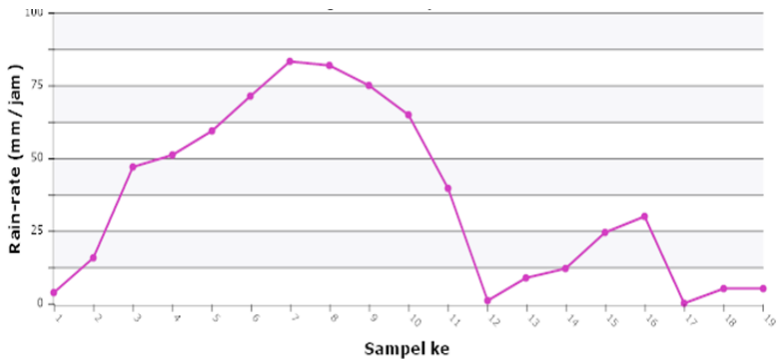
Sehingga dengan cara yang sama nilai *rainrate* R (mm/jam) untuk setiap sampel data per menit dapat ditentukan. Dan hasilnya untuk event hujan tanggal 01 april 2018 adalah seperti tabel 3.3 di bawah ini. Dan data lengkap nilai *rain rate* untuk event hujan yang lain diberikan pada lampiran C.

Tabel 3.3 Pengolahan Data *Rain rate*

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	18:20:00	0.05997	3.59833
2	18:21:00	0.25753	15.45167
3	18:22:00	0.78458	47.07467

4	18:23:00	0.84843	50.90583
5	18:24:00	0.98913	59.34808
6	18:25:00	1.18652	71.19105
7	18:26:00	1.38545	83.12727
8	18:27:00	1.36236	81.74182
9	18:28:00	1.24883	74.93000
10	18:29:00	1.08197	64.91844
11	18:30:00	0.66076	39.64531
12	18:31:00	0.01465	0.87923
13	18:32:00	0.14654	8.79231
14	18:33:00	0.19629	11.77735
15	18:34:00	0.40452	24.27111
16	18:35:00	0.49626	29.77563
17	18:36:00	0.00143	0.08562
18	18:37:00	0.08562	5.13708
19	18:38:00	0.08562	5.13708

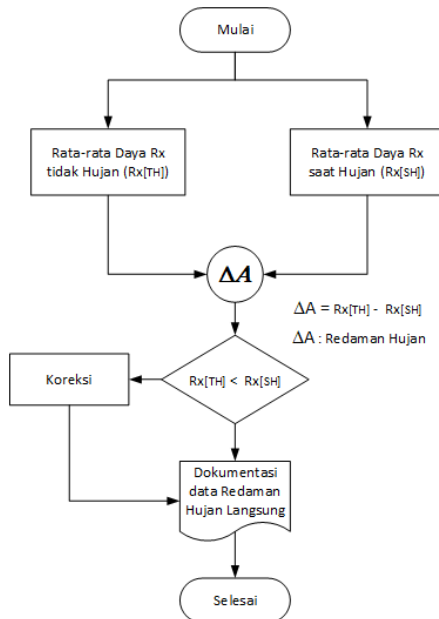
Berdasarkan nilai rain rate tersebut di atas bisa digambarkan grafiknya seperti gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.10 Grafik Nilai *Rain rate*

### 3.5.2 Pengolahan Data Redaman Hujan Pengukuran Langsung

Hasil pengukuran daya yang diterima radio gelombang mikro 15 GHz, digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai redaman hujan langsung melalui hasil selisih kedua daya yang diterima radio tersebut di atas. Cara yang dilakukan untuk mendapatkan nilai redaman hujan langsung adalah seperti blok diagram pada Gambar 3.11 di bawah ini.



**Gambar 3.11** Blok diagram Pengukuran data Redaman Hujan

1. Data hasil pengukuran dilai daya diambil dari *cropping* hasil *video screen recorded* per 15 detik untuk di rata-rata hasilnya per sample data menit, yang disesuaikan dengan waktu yang digunakan pengukuran data intensitas hujan *rainrate* dengan *raingauge*
2. Nilai redaman diperoleh dari hasil selisih nilai daya yang diterima radio pada dua kondisi yaitu saat hujan dan tidak hujan
3. Jika diperoleh nilai redaman yang positif akan dilakukan koreksi, untuk diputuskan sama dengan nol, sekalipun pada kenyatannya hal

ini bisa terjadi dikarenakan faktor lain yang menyebabkan akumulasi sinyal pada saat hujan menjadi bertambah

4. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran ini adalah nilai redaman hujan langsung per data sampel menit.

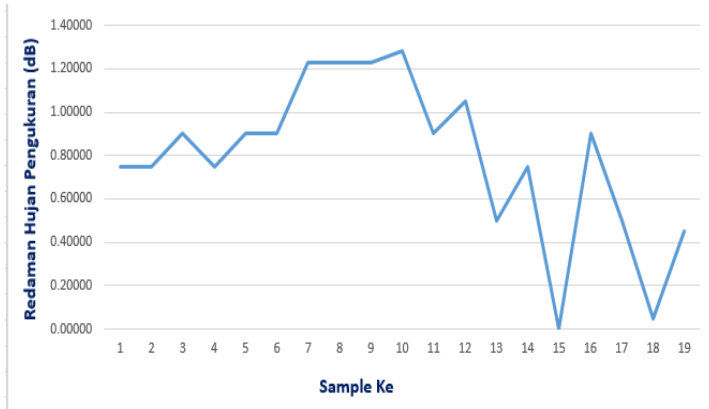
Data hasil pengukuran dilai daya dan hasil perhitungan nilai redaman hujan pada tanggal 1 april 2018 tersebut di atas di mana nilai daya yang diterima rata-rata pada saat tidak hujan adalah -21,3 dBm, dapat ditabelkan seperti tabel 3.4 di bawah ini.

Data yang lengkap untuk event-event yang lain telah diberikan pada lampiran C.

**Tabel 3.4** Nilai Daya diterima dan Redaman hujan

Sample	NILAI REDAMAN HUJAN PENGUKURAN [Rx Tidak Hujan = -21.3 dBm]		
	Jam ke	Rata-rata daya diterima Rx (dBm)	Rata-rata redaman Hujan Am(dB)
1	18:20:00	-22.05	0.75
2	18:21:00	-22.05	0.75
3	18:22:00	-22.20	0.90
4	18:23:00	-22.05	0.75
5	18:24:00	-22.20	0.90
6	18:25:00	-22.20	0.90
7	18:26:00	-22.53	1.23
8	18:27:00	-22.53	1.23
9	18:28:00	-22.53	1.23
10	18:29:00	-22.58	1.28
11	18:30:00	-22.20	0.90
12	18:31:00	-22.35	1.05
13	18:32:00	-21.80	0.50
14	18:33:00	-22.05	0.75
15	18:34:00	-22.05	0.75
16	18:35:00	-22.20	0.90
17	18:36:00	-21.80	0.50
18	18:37:00	-21.35	0.05
19	18:38:00	-21.75	0.45
20	18:39:00	-21.75	0.45

Data redaman hujan hasil pengukuran tersebut di atas, dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti gambar 3.12 di bawah ini.



Gambar 3.12 Grafik redaman hujan pengukuran langsung

Data nilai *rain rate*  $R$  (mm/jam) tersebut di atas selanjutnya digunakan dasar ntuk menentukan prediksi nilai redaman hujan SST dan berikutnya akan dibandingkan dengan nilai hasil pengukuran langsung redaman hujan pada link komunikasi gelombang mikro 15 GHz.



## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai data hasil pengolahan yang telah dilakukan yang untuk selanjutnya adalah dianalisa. Data pengukuran dibagi menjadi dua bagian yaitu data pengukuran intensitas hujan dengan *rain gauge* sehingga menghasilkan nilai *rain rate* yang kemudian diolah untuk mendapatkan prediksi nilai redaman SST dengan nilai  $k$  dan  $\alpha$  yang ditentukan baik menggunakan rekomendasi ITU-R P.838-3 tahun 2005 maupun berdasarkan analisa regresi linier, dan data yang kedua adalah data hasil pengukuran untuk nilai daya yang diterima radio link komunikasi gelombang mikro 15 GHz, yang menghasilkan nilai redaman hujan secara langsung. Kedua data hasil pengukuran tersebut di atas merupakan data yang telah diolah dan yang diberikan dalam bentuk grafik dan tabel.

### 4.1 Redaman Hujan SST

Untuk menentukan nilai redaman hujan menggunakan *Synthetic Storm Technique* (SST) dapat dilakukan menggunakan persamaan (2-7) sampai dengan (2-13) terkait dengan penentuan panjang segmen lintasan  $\Delta L$  yang dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin yang datang pada suatu lintasan radio *microwave*. Tetapi dengan Panjang lintasan radio *microwave* adalah cukup pendek yaitu 0,0532 km, sehingga panjang lintasan  $L \ll \Delta L$ , maka redaman hujan SST bisa ditentukan menggunakan persamaan (2-13) dengan nilai  $n = 1$  ( $n$  adalah jumlah segmen) dan nilai panjang segmen  $\Delta L = L$ . Nilai redaman hujan SST adalah :

$$A_{SST} = k R^{\alpha} L$$

Karena lintasan cukup pendek sehingga nilai faktor reduksi  $r$  yang dihasilkan terkait dengan perhitungan nilai panjang lintasan radio efektif adalah  $r \gg 2,5$ . Sehingga nilai panjang efektif lintasan radionya adalah  $L_{eff} = L = 0,0532$  km.

#### 4.1.1 Menentukan $k$ dan $\alpha$ Referensi ITU-R P.838-3 2005

Dengan nilai  $k$  dan  $\alpha$  menggunakan persamaan (2-15) dan (2-16), dan radio yang digunakan adalah berpolarisasi Horizontal, serta parameter  $k_H$  dan  $k_V$  diperoleh dari ITU Rec.838-5 tahun 2005, maka :

$$\begin{aligned}k &= [0,04481 + 0,05008 \\&\quad + (0,04481 - 0,05008) \cos^2 0^\circ \cdot \cos(2x0^\circ)]/2 \\&= [0,09489 + (-0,00527) \cos^2(0^\circ) \cdot \cos(0^\circ)]/2 \\&= [0,09489 + (-0,00527) (1) \cdot (1)]/2 \\&= \frac{0,08962}{2} = 0,04481\end{aligned}$$

Dan,

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{1}{2 \cdot 0,05008} [0,050335 + 0,052283 \\&\quad + (0,050335 - 0,052283) \cos^2(0^\circ) \cos(2x0^\circ)] \\&= \frac{0,100652}{0,10016} = 1,0049\end{aligned}$$

#### 4.1.2 Analisa Regresi Linier untuk Menentukan $k$ dan $\alpha$

Di bawah ini adalah langkah untuk menentukan nilai  $k$  dan  $\alpha$  berdasarkan analisis regresi linier, sebagai berikut :

1. Dengan parameter nilai redaman :

$$A_m = k R^\alpha L$$

dan,

$$\log\left(\frac{A_m}{L}\right) = \log k + \alpha \log R$$

Keterangan :

$A_m$  adalah nilai redaman hujan hasil pengukuran  
 $L$  adalah panjang lintasan  
 $k$  dan  $\alpha$  adalah variable konstan  
 $R$  adalah nilai intensitas curah hujan *rain rate*

2. Persamaan di atas adalah merupakan persamaan garis linier  $Y = a + bX$ , sehingga :

$$Y = \log \frac{A_m}{L}$$

$$a = \log k \quad \text{dan} \quad b = \alpha$$

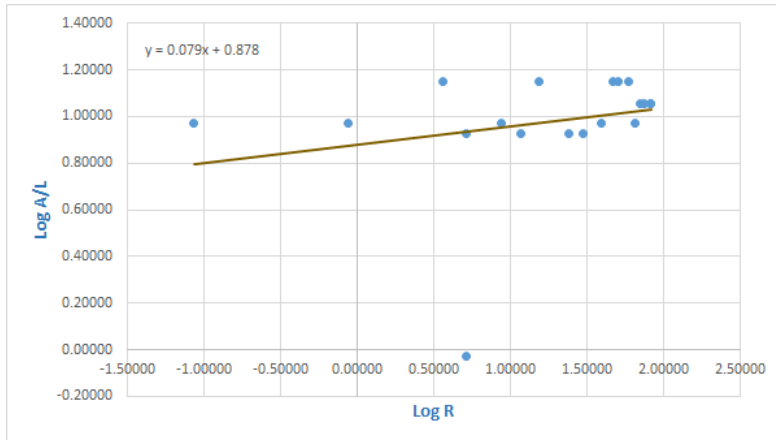
$$X = \log R$$

3. Berdasarkan persamaan tersebut di atas, maka untuk event hujan 01 April 2018, diperoleh tabel regresinya, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Regresi Linier Menentukan k dan  $\alpha$

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	3.59833	14.09774	0.55610	1.14915
2	15.45167	14.09774	1.18898	1.14915
3	47.07467	14.09774	1.67279	1.14915
4	50.90583	14.09774	1.70677	1.14915
5	59.34808	14.09774	1.77341	1.14915
6	71.19105	11.27820	1.85243	1.05224
7	83.12727	11.27820	1.91974	1.05224
8	81.74182	11.27820	1.91244	1.05224
9	74.93000	11.27820	1.87466	1.05224
10	64.91844	9.39850	1.81237	0.97306
11	39.64531	9.39850	1.59819	0.97306
12	0.87923	9.39850	-0.05590	0.97306
13	8.79231	9.39850	0.94410	0.97306
14	11.77735	8.45865	1.07105	0.92730
15	24.27111	8.45865	1.38509	0.92730
16	29.77563	8.45865	1.47386	0.92730
17	0.08562	9.39850	-1.06742	0.97306
18	5.13708	0.93985	0.71072	-0.02694
19	3.59833	14.09774	0.55610	0.92730

4. Dari data tabel tersebut di atas dapat digambarkan grafiknya seperti gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Grafik regresi linier Menentukan  $k$  dan  $\alpha$  untuk event hujan 01 April 2018

5. Menentukan nilai  $k$  dan  $\alpha$ , dapat dilakukan menggunakan persamaan (2-19) dan (2-20) dengan bantuan tabel nilai seperti tabel 4.2 di bawah ini.

**Tabel 4.2** Parameter untuk menentukan nilai  $k$  dan  $\alpha$

No.	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>	XY
1	0.55610	0.30925	1.14915	1.32054	0.63904
2	1.18898	1.41367	1.14915	1.32055	1.36632
3	1.67279	2.79823	1.14915	1.32055	1.92229
4	1.70677	2.91306	1.14915	1.32055	1.96133
5	1.77341	3.14498	1.14915	1.32055	2.03791
6	1.85243	3.43150	1.05224	1.10721	1.94920
7	1.91974	3.68540	1.05224	1.10721	2.02003
8	1.91244	3.65743	1.05224	1.10721	2.01235
9	1.87466	3.51435	1.05224	1.10721	1.97259
10	1.81237	3.28469	0.97306	0.94685	1.76354
11	1.59819	2.55421	0.97306	0.94685	1.55513
12	-0.05590	0.00312	0.97306	0.94685	-0.05439
13	0.94410	0.89132	0.97306	0.94685	0.91867
14	1.07105	1.14715	0.92730	0.85989	0.99318
15	1.38509	1.91847	0.92730	0.85989	1.28439
16	1.47386	2.17226	0.92730	0.85989	1.36671

17	-1.06742	1.13939	0.97306	0.94685	-1.03866
18	0.71072	0.50512	-0.02694	0.00073	-0.01915
19	0.71072	0.50512	0.92730	0.85989	0.65905

6. Menggunakan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai  $k$  dan  $\alpha$  adalah sebagai berikut :

$$k = 7,55092$$

$$\alpha = 0.07900$$

Untuk data parameter terkait penentuan nilai  $k$  dan  $\alpha$ , secara lengkap diberikan pada lampiran D.

#### 4.1.3 Menentukan Redaman Hujan SST

Nilai redaman SST yang dihasilkan dari perhitungan, dilakukan melalui penentuan nilai  $k$  dan  $\alpha$  didasarkan pada ITU-R P.838-3 2005 kemudian ditambahkan dengan faktor koreksi sebesar  $\Delta A$  yang dihitung menggunakan persamaan (2-21) dan (2-22). Untuk data *event* hujan 01 april 2018 nilai  $\Delta A$  adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta A &= \bar{A}_m - \bar{A}_{SST[ITU]} \\ &= 0,55263 - 0.08671 \\ &= 0.46592 \text{ dB}\end{aligned}$$

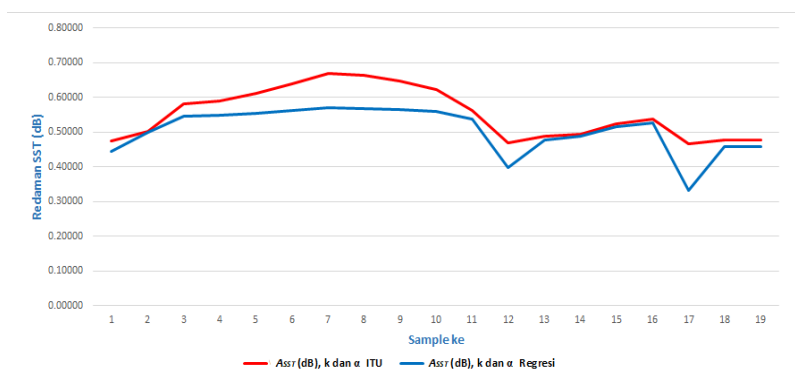
Selain itu nilai redaman SST juga ditentukan berdasarkan nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari hasil proses regresi. Sehingga untuk data *event* hujan 01 april 2018 nilai keduanya dapat ditabelkan seperti tabel 4.3 di bawah ini. Dengan cara sama untuk data nilai redaman SST pada *event-event* hujan yang lain akan ditunjukkan seperti pada lampiran E.

Tabel 4.3 Nilai Prediksi Redaman Hujan SST

No.	Waktu	k dan $\alpha$ referensi ITU			k dan $\alpha$ dari Regresi	
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} \text{ (dB)}$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} \text{ (dB)}$
1	18:20:00	0.16226	0.00863	0.47456	8.35471	0.44447
2	18:21:00	0.70174	0.03733	0.50326	9.37420	0.49871
3	18:22:00	2.14961	0.11436	0.58028	10.23669	0.54459

4	18:23:00	2.32544	0.12371	0.58964	10.30017	0.54797
5	18:24:00	2.71313	0.14434	0.61026	10.42580	0.55465
6	18:25:00	3.25745	0.17330	0.63922	10.57676	0.56268
7	18:26:00	3.80649	0.20251	0.66843	10.70709	0.56962
8	18:27:00	3.74274	0.19911	0.66504	10.69288	0.56886
9	18:28:00	3.42939	0.18244	0.64837	10.61962	0.56496
10	18:29:00	2.96909	0.15796	0.62388	10.49997	0.55860
11	18:30:00	1.80883	0.09623	0.56215	10.09871	0.53725
12	18:31:00	0.03937	0.00209	0.46802	7.47443	0.39764
13	18:32:00	0.39820	0.02118	0.48711	8.96576	0.47698
14	18:33:00	0.53416	0.02842	0.49434	9.17523	0.48812
15	18:34:00	1.10472	0.05877	0.52469	9.71469	0.51682
16	18:35:00	1.35662	0.07217	0.53810	9.87285	0.52524
17	18:36:00	0.00379	0.00020	0.46613	6.21811	0.33080
18	18:37:00	0.23205	0.01234	0.47827	8.59305	0.45715
19	18:38:00	0.23205	0.01234	0.47827	8.59305	0.45715

Dan grafik nilai prediksi redaman hujan SST untuk event hujan 01 april 2018 ini diberikan seperti gambar 4.2 di bawah ini. Dan secara lengkap untuk *even-event* hujan lainnya diberikan pada lampiran E.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST

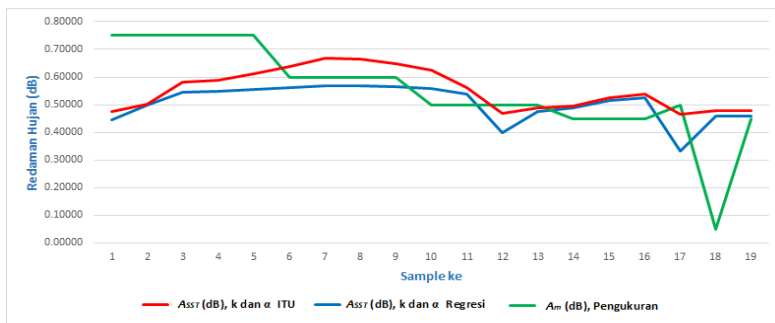
## 4.2 Perbandingan Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran (per Event Hujan)

Kedua hasil perhitungan nilai redaman hujan SST tersebut jika dibandingkan dengan nilai redaman hasil pengukuran, untuk satu event hujan pada tanggal 01 april 2018 diberikan seperti tabel 4.4 di bawah ini. Sedangkan hasil perbandingan untuk event-event hujan yang lain secara lengkap diberikan pada lampiran E.

**Tabel 4.4** Perbandingan Redaman Hujan SST dengan pengukuran

No.	$A_m$ (dB)	$A_{SST} + \Delta A$ (dB) (k dan $\alpha$ ITU)	$A_{SST}$ (dB) (k dan $\alpha$ Regresi)
1	0.75000	0.47456	0.50820
2	0.75000	0.50326	0.62209
3	0.90000	0.58028	0.72609
4	0.75000	0.58964	0.73402
5	0.90000	0.61026	0.74981
6	0.90000	0.63922	0.76899
7	1.23000	0.66843	0.78571
8	1.23000	0.66504	0.78388
9	1.23000	0.64837	0.77447
10	1.28000	0.62388	0.75921
11	0.90000	0.56215	0.70899
12	1.05000	0.46802	0.41793
13	0.50000	0.48711	0.57527
14	0.75000	0.49434	0.59909
15	0.00000	0.52469	0.66232
16	0.90000	0.53810	0.68138
17	0.50000	0.46613	0.30251
18	0.05000	0.47827	0.53393
19	0.45000	0.47827	0.53393

Dan grafik perbandingan nilai prediksi redaman hujan sst dengan hasil pengukurannya diberikan seperti gambar 4.3 di bawah ini. Dimana grafik untuk *event* hujan yang lainnya diberikan pada lampiran E.



**Gambar 4.3** Perbandingan Redaman Hujan SST dengan pengukuran

Berdasarkan data hasil perbandingan kedua redaman SST dengan redaman pengukuran tersebut di atas dapat ditentukan masing-masing parameter SSE (*sum of square due to error*), sebagai berikut :

**Tabel 4.5** Perhitungan SSE Redaman Pengukuran dengan SST

No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.75000	0.07587	0.09335
2	0.75000	0.06088	0.06315
3	0.75000	0.02880	0.04219
4	0.75000	0.02572	0.04082
5	0.75000	0.01953	0.03816
6	0.60000	0.00154	0.00139
7	0.60000	0.00468	0.00092
8	0.60000	0.00423	0.00097
9	0.60000	0.00234	0.00123
10	0.50000	0.01535	0.00343
11	0.50000	0.00386	0.00139
12	0.50000	0.00102	0.01048
13	0.50000	0.00017	0.00053
14	0.45000	0.00197	0.00145
15	0.45000	0.00558	0.00447
16	0.45000	0.00776	0.00566
17	0.50000	0.00115	0.02863
18	0.05000	0.18341	0.16577
19	0.45000	0.00080	0.00005
<b>SSE</b>		<b>0.44465</b>	<b>0.50404</b>



Keterangan :

$Y$  adalah Redaman hujan hasil Pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Redaman hujan SST dengan  $k$  dan  $\alpha$  dari ITU-R P.838

$\hat{Y}_B$  adalah Redaman hujan SST dengan  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai SSE terkecil adalah 0.44465, merupakan SSE dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  didapatkan dari ITU-R P.838-3 2005 dengan factor koreksi sebesar  $\Delta A$ .

### **4.3 Perbandingan Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran (Semua *Event Hujan*)**

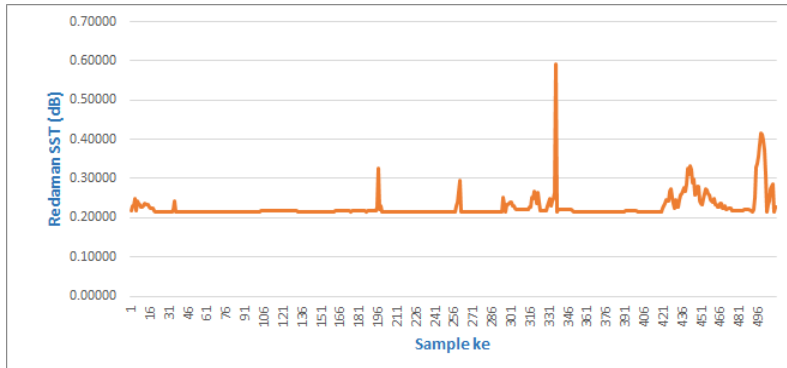
Pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran baik untuk nilai rain rate yang berasal dari raingauge sebagai dasar menentukan nilai prediksi redaman hujan SST maupun pengukuran secara langsung pada link komunikasi radio gelombang mikro 15 GHz secara keseluruhannya adalah pada 7 *event* hujan yang dimulai sejak maret sampai dengan april 2018.

Data hasil pengukuran di semua event tersebut di atas digabungkan sebagai dasar untuk analisa secara menyeluruh terkait dengan kebutuhan untuk menganalisa seberapa besar tingkat kesesuaian atau perbedaan di antara hasil perhitungan nilai prediksi redaman hujan dengan menggunakan metode *synthetic storm technique* (SST) dengan nilai hasil pengukuran langsungnya.

#### **4.3.1 Menentukan Redaman Hujan SST**

##### **4.3.1.1 Untuk $k$ dan $\alpha$ referensi ITU-R P.838**

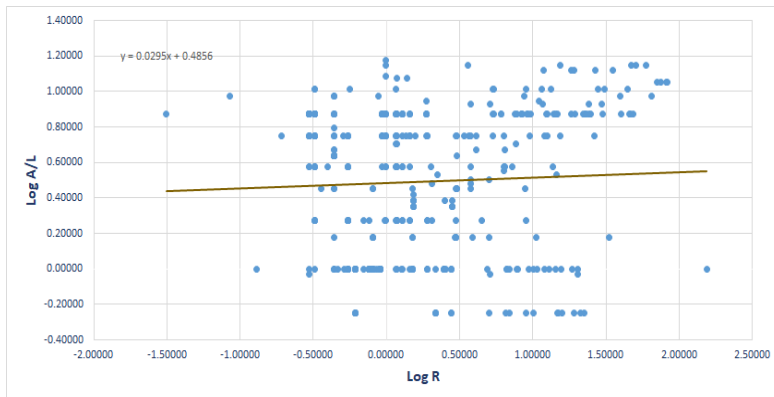
Berdasarkan hasil perhitungan tersebut di atas, nilai  $k = 0,04481$  dan  $\alpha = 1,0049$  dari, maka nilai redaman SST-nya dapat ditentukan menggunakan persamaan (2-13). Dan Hasilnya akan ditambahkan factor koreksi  $\Delta A$  sebesar 0,21379 sehingga secara menyeluruh hasilnya dapat ditabelkan seperti pada lampiran F, sedangkan grafiknya ditunjukkan seperti gambar 4.4 di bawah ini.



**Gambar 4.4** Grafik Redaman SST untuk  $k$  dan  $\alpha$  Referensi ITU

#### 4.3.1.2 Untuk $k$ dan $\alpha$ dari Proses Regresi Linier

Pertama yang dilakukan adalah menggabungkan data rain rate yang berasal dari hasil pengukuran raingauge, yang kemudian dianalisa regresinya terkait untuk menentukan nilai  $k$  dan  $\alpha$ , dengan parameter untuk analisa regresi linier diberikan pada lampiran G, sedangkan grafik regresi yang dihasilkan diberikan seperti gambar 4.5 di bawah ini.



**Gambar 4.5** Regresi Linier untuk menentukan  $k$  dan  $\alpha$

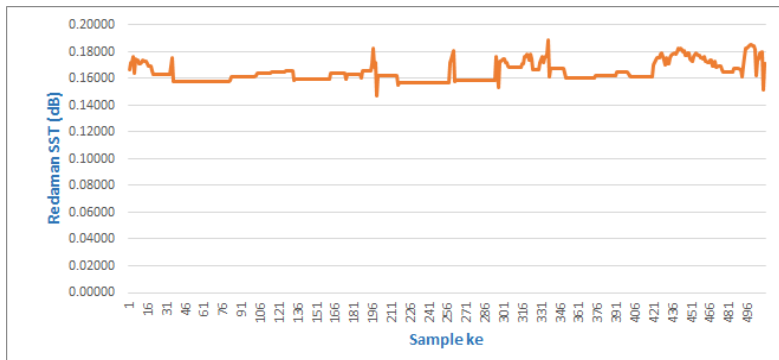
Diperoleh nilai  $k$  dan  $\alpha$  adalah sebagai berikut :

$$k = 3.0591$$

$$\alpha = 0.0295$$

Berdasarkan nilai  $k$  dan  $\alpha$  tersebut di atas, dapat ditentukan nilai prediksi redaman hujan SST dan hasilnya dapat ditabelkan yang diberikan pada lampiran F.

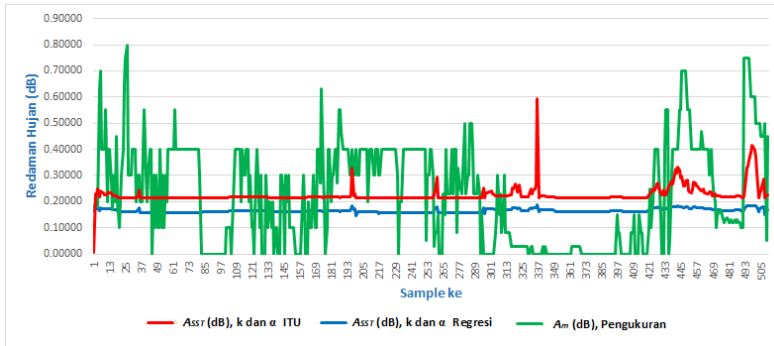
Adapun untuk grafik yang dihasilkan dapat digambarkan seperti gambar 4.6 di bawah ini.



**Gambar 4.6** Grafik Redaman Hujan SST untuk  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

#### 4.3.2 Perbandingan Redaman hujan SST dengan Pengukuran

Untuk selanjutnya bahwa nilai estimasi redaman hujan SST tersebut di atas dibandingkan dengan nilai redaman hujan hasil pengukuran secara langsung untuk semua data event hujan yang diperolehnya. Dimana terdapat 510 sample data hasil pengukuran di 7 event hujan, dan hasilnya berupa tabel yang diberikan pada lampiran F, sedangkan grafiknya adalah seperti gambar 4.7 di bawah ini.



**Gambar 4.7** Perbandingan Redaman Hujan SST dengan Pengukuran

#### 4.3.3 Menentukan SSE dari hasil Perbandingan Redaman hujan SST dengan Pengukuran

Berdasarkan data hasil perbandingan redaman di atas, dapat ditentukan nilai parameter SSE (*sum of square due to error*), yaitu dengan cara membuat tabel hasil perbandingannya yang diberikan pada lampiran F.

Di mana parameter  $Y$  adalah nilai redaman hujan hasil pengukuran,  $\hat{Y}_A$  adalah nilai redaman hujan SST dengan  $k$  dan  $\alpha$  berdasarkan ITU-R P.838, dan  $\hat{Y}_B$  adalah Redaman hujan SST dengan  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi.

Sehingga diperoleh nilai SSE terkecil yaitu  $SSE = 18.06466$  untuk perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  dihitung dengan referensi ITU-R P.838-3 ditambah factor koreksi sebesar 0,21379.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengukuran dan analisis dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Besarnya curah hujan (*rain rate*) diperoleh melalui hasil pengukuran menggunakan *raingauge* dengan 7 (tujuh) event hujan dalam kurun waktu 2 (dua) bulan, dengan nilai intensitas hujan rata-rata adalah sebesar 5,09835 mm/jam.
- b. Redaman hujan SST dihitung berdasarkan  $k$  dan  $\alpha$  yang ditentukan menggunakan referensi ITU-R P.838-3 2005 dengan koreksi 0,21379 diperoleh nilai rata-rata redamannya sebesar 0,22612 dB. Redaman hujan SST yang dihitung melalui penentuan  $k$  dan  $\alpha$  dari proses regresi diperoleh rata-rata redamannya adalah 0,16464 dB.
- c. Hasil pengukuran nilai redaman hujan secara langsung pada link radio *microwave* 15 GHz diperoleh nilai redaman hujan rata-rata melalui pengukuran langsung sebesar 0,22612 dB.
- d. Nilai SSE terkecil diperoleh dari hasil perbandingan nilai redaman hujan SST hasil perhitungan melalui penentuan parameter  $k$  dan  $\alpha$  berdasarkan ITU-R P.838-3 dengan factor koreksi sebesar 0,21379 dB, yang diperoleh sebesar 18,065

#### **5.2 Saran-saran**

Di dalam melakukan pengukuran penerimaan daya radio komunikasi *terrestrial line of sight* terutama yang berkaitan dengan nilai redaman hujan supaya dilakukan menggunakan radio yang memiliki fasilitas *data logging*.

*[Halaman ni sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kanellopoulos J. D. dan Kafetzis P (1986), "Comparison of the synthetic Storm Technique with a Conventional Rain Attenuation Prediction Model", *IEEE Transaction on Antennas and Propagation* , Vol AP-34 no. 5, hal 713-715.
- [2] Nuradi S, Haniah M, Ari W, Okkkie P., "Estimasi Redaman Hujan Menggunakan Synthetic Storm Technique (SST) Dan Segmentasi Link Untuk Gelombang Millimeter", SNATI 2009, ISSN: 1907-5022. Yogyakarta, 20 Juni 2009.
- [3] Febrin A., P. Hutajulu, G. Hendrantoro, A. Mauludiyanto, "Model Statistik Fading Karena Hujan Di Surabaya", SNATI 2008, ISSN: 1907-5022, Yogyakarta, 21 Juni 2008.
- [4] G. Hendrantoro, I. Zawadzki, "*Derivation of Parameters of Y-Z Power-Law Relation from Raindrop Size Distribution Measurements and Its Application in the Calculation of Rain Attenuation from Radar Reflectivity Factor Measurements*", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, v. 51, no. 1, Jan 2003.
- [5] Mauludiyanto, A., Hendrantoro, G., Purnomo, M. H., Ramadhany, T., dan Matsushima, A., (2010), "*ARIMA Modeling of Tropical Rain Attenuation on a Short 28-GHz Terrestrial Link*", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol. 9.
- [6] ITU-R Rec. P.530-10 (2001), "Propagation Data and Prediction Methods Required for the Design of Terrestrial Line of Sight Systems".
- [7] ITU-R Rec. P.838-3 (2005), "Specific Attenuation Model for Rain for Use in Prediction Methods".
- [8] Saunders S.R (1999) *Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems* ", John Willey & Sons, Ltd hal 93.
- [9] Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim, dan J. Neter. 2004, "Applied Linear Regression Models", Fourth Ed. McGrawHill/Irwin. New York.

- [10] D. Reeve., Whitham, Introduction to Radio Wave Polarization”,  
Copyright: © 2014 W. Reeve, Revision 1.4.



## LAMPIRAN A

### DATA TEXT RAINGAUGE

#### A.1 Data *Raingauge* 07 Maret 2018

Date	Time	1/100			
3/7/2018	16:07:33.5	0	Start	3/7/2018	19:13:14.5 0.4
3/7/2018	17:01:39.0	0.01		3/7/2018	19:13:15.0 0.41
3/7/2018	17:04:03.0	0.02		3/7/2018	19:13:15.5 0.42
3/7/2018	17:05:04.0	0.03		3/7/2018	19:13:16.0 0.43
3/7/2018	17:05:53.5	0.04		3/7/2018	19:41:20.0 0.44
3/7/2018	17:07:10.0	0.05		3/7/2018	19:41:20.5 0.45
3/7/2018	17:08:54.0	0.06		3/7/2018	19:41:21.0 0.46
3/7/2018	17:11:45.0	0.07		3/7/2018	19:41:21.5 0.47
3/7/2018	17:13:20.5	0.08		3/7/2018	19:41:22.0 0.48
3/7/2018	17:15:19.0	0.09		3/7/2018	19:41:22.5 0.49
3/7/2018	17:19:22.0	0.1		3/7/2018	19:41:23.0 0.5
3/7/2018	17:34:50.0	0.11		3/7/2018	19:41:23.5 0.51
3/7/2018	17:35:44.5	0.12		3/7/2018	19:41:24.0 0.52
3/7/2018	18:22:41.5	0.13		3/7/2018	19:41:24.5 0.53
3/7/2018	18:42:36.5	0.14		3/7/2018	19:41:25.0 0.54
3/7/2018	18:54:30.0	0.15		3/7/2018	19:41:25.5 0.55
3/7/2018	19:05:03.0	0.16		3/7/2018	19:41:26.0 0.56
3/7/2018	19:05:03.5	0.17		3/7/2018	19:41:26.5 0.57
3/7/2018	19:05:04.0	0.18		3/7/2018	19:41:27.0 0.58
3/7/2018	19:05:04.5	0.19		3/7/2018	19:41:27.5 0.59
3/7/2018	19:05:05.0	0.2		3/7/2018	19:41:28.0 0.6
3/7/2018	19:05:05.5	0.21		3/7/2018	19:41:28.5 0.61
3/7/2018	19:05:06.0	0.22		3/7/2018	19:41:29.0 0.62
3/7/2018	19:05:06.5	0.23		3/7/2018	19:41:29.5 0.63
3/7/2018	19:05:07.0	0.24		3/7/2018	19:41:30.0 0.64
3/7/2018	19:05:07.5	0.25		3/7/2018	19:41:30.5 0.65
3/7/2018	19:05:08.0	0.26		3/7/2018	19:41:31.0 0.66
3/7/2018	19:05:08.5	0.27		3/7/2018	19:41:31.5 0.67
3/7/2018	19:05:09.0	0.28		3/7/2018	19:41:32.0 0.68
3/7/2018	19:05:09.5	0.29		3/7/2018	19:41:32.5 0.69
3/7/2018	19:05:10.0	0.3		3/7/2018	19:41:33.0 0.7
3/7/2018	19:05:10.5	0.31		3/7/2018	19:41:33.5 0.71
3/7/2018	19:13:10.5	0.32		3/7/2018	19:41:34.0 0.72
3/7/2018	19:13:11.0	0.33		3/7/2018	19:54:26.0 0.73
3/7/2018	19:13:11.5	0.34		3/7/2018	19:54:26.5 0.74
3/7/2018	19:13:12.0	0.35		3/7/2018	19:54:27.0 0.75
3/7/2018	19:13:12.5	0.36		3/7/2018	19:54:27.5 0.76
3/7/2018	19:13:13.0	0.37		3/7/2018	19:54:28.0 0.77
3/7/2018	19:13:13.5	0.38		3/7/2018	19:54:28.5 0.78
3/7/2018	19:13:14.0	0.39		3/7/2018	19:54:29.0 0.79

3/7/2018 19:54:29.5	0.8	3/7/2018 20:36:15.0	1.28	
3/7/2018 19:54:30.0	0.81	3/7/2018 20:36:15.5	1.29	
3/7/2018 19:54:30.5	0.82	3/7/2018 20:36:16.0	1.3	
3/7/2018 19:54:31.0	0.83	3/7/2018 20:36:16.5	1.31	
3/7/2018 19:54:31.5	0.84	3/7/2018 20:36:17.0	1.32	
3/7/2018 19:54:32.0	0.85	3/7/2018 20:36:17.5	1.33	
3/7/2018 19:54:32.5	0.86	3/7/2018 20:36:18.0	1.34	
3/7/2018 19:54:33.0	0.87	3/7/2018 20:36:18.5	1.35	
3/7/2018 19:54:33.5	0.88	3/7/2018 20:36:19.0	1.36	
3/7/2018 19:54:34.0	0.89	3/7/2018 20:36:19.5	1.37	
3/7/2018 20:07:39.0	0.9	3/7/2018 20:36:20.0	1.38	
3/7/2018 20:07:39.5	0.91	3/7/2018 20:36:20.5	1.39	
3/7/2018 20:07:40.0	0.92	3/7/2018 20:36:21.0	1.4	
3/7/2018 20:07:40.5	0.93	3/7/2018 21:26:48.0	1.41	
3/7/2018 20:07:41.0	0.94	3/7/2018 21:27:05.0	1.41	End
3/7/2018 20:07:41.5	0.95			
3/7/2018 20:07:42.0	0.96			
3/7/2018 20:15:48.5	0.97			
3/7/2018 20:15:49.0	0.98			
3/7/2018 20:15:50.0	0.99			
3/7/2018 20:15:51.5	1			
3/7/2018 20:15:57.0	1.01			
3/7/2018 20:15:57.5	1.02			
3/7/2018 20:16:10.5	1.03			
3/7/2018 20:16:14.5	1.04			
3/7/2018 20:16:15.5	1.05			
3/7/2018 20:16:27.5	1.06			
3/7/2018 20:16:28.0	1.07			
3/7/2018 20:17:03.5	1.08			
3/7/2018 20:17:07.5	1.09			
3/7/2018 20:17:08.0	1.1			
3/7/2018 20:17:22.0	1.11			
3/7/2018 20:17:28.0	1.12			
3/7/2018 20:19:52.5	1.13			
3/7/2018 20:19:53.0	1.14			
3/7/2018 20:19:53.5	1.15			
3/7/2018 20:19:54.0	1.16			
3/7/2018 20:19:54.5	1.17			
3/7/2018 20:19:55.0	1.18			
3/7/2018 20:19:55.5	1.19			
3/7/2018 20:19:56.0	1.2			
3/7/2018 20:19:56.5	1.21			
3/7/2018 20:19:57.0	1.22			
3/7/2018 20:19:57.5	1.23			
3/7/2018 20:19:58.0	1.24			
3/7/2018 20:36:13.5	1.25			
3/7/2018 20:36:14.0	1.26			
3/7/2018 20:36:14.5	1.27			

## A.2 Data *Raingauge* 08 Maret 2018

Date	Time	1/100		
03/08/18	16:35:53.0	0	Start	03/08/18 18:39:04.5 0.44
03/08/18	16:37:19.0	0.01		03/08/18 18:39:07.5 0.45
03/08/18	17:39:54.5	0.02		03/08/18 18:39:10.0 0.46
03/08/18	17:39:55.0	0.03		03/08/18 18:39:10.5 0.47
03/08/18	17:39:55.5	0.04		03/08/18 18:39:11.0 0.48
03/08/18	17:39:56.0	0.05		03/08/18 18:39:12.0 0.49
03/08/18	17:39:56.5	0.06		03/08/18 18:39:13.0 0.5
03/08/18	17:39:57.0	0.07		03/08/18 18:40:58.0 0.51
03/08/18	17:40:00.5	0.08		03/08/18 18:40:58.5 0.52
03/08/18	17:40:11.0	0.09		03/08/18 18:40:59.0 0.53
03/08/18	17:40:11.5	0.1		03/08/18 18:41:35.5 0.54
03/08/18	18:14:55.5	0.11		03/08/18 18:41:36.0 0.55
03/08/18	18:14:56.5	0.12		03/08/18 18:41:37.0 0.56
03/08/18	18:14:57.5	0.13		03/08/18 18:42:35.5 0.57
03/08/18	18:14:58.0	0.14		03/08/18 18:49:34.0 0.58
03/08/18	18:14:59.0	0.15		03/08/18 18:49:34.5 0.59
03/08/18	18:15:00.0	0.16		03/08/18 18:49:51.0 0.6
03/08/18	18:15:00.5	0.17		03/08/18 18:50:18.0 0.61
03/08/18	18:15:03.0	0.18		03/08/18 18:52:30.5 0.62
03/08/18	18:15:04.0	0.19		03/08/18 18:53:23.0 0.63
03/08/18	18:15:04.5	0.2		03/08/18 18:53:30.5 0.64
03/08/18	18:15:05.0	0.21		03/08/18 18:54:54.5 0.65
03/08/18	18:15:59.5	0.22		03/08/18 18:54:56.0 0.66
03/08/18	18:17:56.5	0.23		03/08/18 18:55:02.0 0.67
03/08/18	18:19:33.0	0.24		03/08/18 18:55:04.0 0.68
03/08/18	18:20:55.5	0.25		03/08/18 18:55:06.5 0.69
03/08/18	18:23:14.0	0.26		03/08/18 18:55:11.5 0.7
03/08/18	18:28:15.5	0.27		03/08/18 18:55:15.0 0.71
03/08/18	18:33:20.5	0.28		03/08/18 18:55:15.5 0.72
03/08/18	18:33:22.0	0.29		03/08/18 18:55:17.0 0.73
03/08/18	18:33:22.5	0.3		03/08/18 18:55:18.0 0.74
03/08/18	18:33:23.5	0.31		03/08/18 18:55:18.5 0.75
03/08/18	18:33:24.0	0.32		03/08/18 18:55:19.0 0.76
03/08/18	18:33:24.5	0.33		03/08/18 18:55:19.5 0.77
03/08/18	18:33:25.0	0.34		03/08/18 18:55:20.0 0.78
03/08/18	18:33:25.5	0.35		03/08/18 18:55:20.5 0.79
03/08/18	18:36:26.5	0.36		03/08/18 18:55:21.0 0.8
03/08/18	18:37:04.5	0.37		03/08/18 18:55:21.5 0.81
03/08/18	18:37:05.0	0.38		03/08/18 18:55:22.0 0.82
03/08/18	18:38:11.5	0.39		03/08/18 18:55:22.5 0.83
03/08/18	18:38:13.5	0.4		03/08/18 18:55:23.0 0.84
03/08/18	18:38:38.0	0.41		03/08/18 18:55:23.5 0.85
03/08/18	18:38:47.5	0.42		03/08/18 18:55:25.0 0.86
03/08/18	18:38:48.0	0.43		03/08/18 18:55:25.5 0.87

03/08/18 18:55:26.0	0.88	03/08/18 18:55:54.5	1.11	
03/08/18 18:55:26.5	0.89	03/08/18 18:55:55.5	1.12	
03/08/18 18:55:27.0	0.9	03/08/18 18:55:57.0	1.13	
03/08/18 18:55:28.0	0.91	03/08/18 18:55:58.0	1.14	
03/08/18 18:55:28.5	0.92	03/08/18 18:56:02.0	1.15	
03/08/18 18:55:29.0	0.93	03/08/18 18:56:02.5	1.16	
03/08/18 18:55:29.5	0.94	03/08/18 18:56:03.0	1.17	
03/08/18 18:55:30.0	0.95	03/08/18 18:56:03.5	1.18	
03/08/18 18:55:30.5	0.96	03/08/18 18:56:04.0	1.19	
03/08/18 18:55:31.5	0.97	03/08/18 18:56:09.5	1.2	
03/08/18 18:55:32.0	0.98	03/08/18 18:56:10.0	1.21	
03/08/18 18:55:39.5	0.99	03/08/18 18:56:10.5	1.22	
03/08/18 18:55:41.0	1	03/08/18 18:56:44.0	1.23	
03/08/18 18:55:41.5	1.01	03/08/18 18:56:44.5	1.24	
03/08/18 18:55:43.5	1.02	03/08/18 19:02:12.0	1.25	
03/08/18 18:55:44.0	1.03	03/08/18 19:08:21.0	1.26	
03/08/18 18:55:44.5	1.04	03/08/18 19:33:10.5	1.27	
03/08/18 18:55:45.0	1.05	03/08/18 19:50:00.5	1.28	
03/08/18 18:55:45.5	1.06	03/08/18 20:00:08.5	1.29	
03/08/18 18:55:46.0	1.07	03/08/18 20:18:07.5	1.3	
03/08/18 18:55:49.5	1.08	03/08/18 21:08:09.5	1.3	End
03/08/18 18:55:50.5	1.09			
03/08/18 18:55:51.0	1.1			

### A.3 Data *Raingauge* 29 Maret 2018

Date	Time	1/100	Start		
3/29/2018	20:41:18.0	0.01		3/29/2018 20:48:17.0	0.07
3/29/2018	20:43:40.0	0.02		3/29/2018 20:48:56.0	0.08
3/29/2018	20:44:44.0	0.03		3/29/2018 20:49:51.0	0.09
3/29/2018	20:46:00.0	0.04		3/29/2018 20:50:13.0	0.1
3/29/2018	20:46:56.0	0.05		3/29/2018 20:50:51.0	0.1
3/29/2018	20:47:40.0	0.06			End

### A.4 Data *Raingauge* 30 Maret 2018 – Siang

Date	Time	1/100	Start		
03/30/18	11:25:08	0.00		03/30/18 11:37:55	0.07
03/30/18	11:31:45	0.01		03/30/18 11:38:22	0.08
03/30/18	11:32:32	0.02		03/30/18 11:39:03	0.09
03/30/18	11:35:20	0.03		03/30/18 11:39:55	0.1
03/30/18	11:36:13	0.04		03/30/18 11:40:29	0.11
03/30/18	11:37:01	0.05		03/30/18 11:40:51	0.12
03/30/18	11:37:29	0.06		03/30/18 11:41:10	0.13

03/30/18 11:41:27	0.14	03/30/18 11:50:33	0.35	
03/30/18 11:41:49	0.15	03/30/18 11:51:02	0.36	
03/30/18 11:42:14	0.16	03/30/18 11:51:04	0.37	
03/30/18 11:42:41	0.17	03/30/18 11:52:35	0.38	
03/30/18 11:42:42	0.18	03/30/18 11:54:36	0.39	
03/30/18 11:43:01	0.19	03/30/18 11:55:12	0.4	
03/30/18 11:43:27	0.2	03/30/18 11:55:40	0.41	
03/30/18 11:43:48	0.21	03/30/18 11:55:41	0.42	
03/30/18 11:44:06	0.22	03/30/18 11:56:20	0.43	
03/30/18 11:44:22	0.23	03/30/18 11:56:57	0.44	
03/30/18 11:44:44	0.24	03/30/18 11:57:47	0.45	
03/30/18 11:45:17	0.25	03/30/18 11:58:26	0.46	
03/30/18 11:45:47	0.26	03/30/18 11:59:29	0.47	
03/30/18 11:46:08	0.27	03/30/18 11:59:30	0.48	
03/30/18 11:46:37	0.28	03/30/18 12:00:39	0.49	
03/30/18 11:47:18	0.29	03/30/18 12:02:02	0.5	
03/30/18 11:48:13	0.3	03/30/18 12:03:05	0.51	
03/30/18 11:48:46	0.31	03/30/18 12:05:02	0.52	
03/30/18 11:49:20	0.32	03/30/18 12:07:33	0.53	End
03/30/18 11:49:21	0.33			
03/30/18 11:49:56	0.34			

### **A.5 Data Raingauge 30 Maret 2018 – Sore**

Date	Time	1/100			
03/30/18 15:01:35.0	0.00	Start	03/30/18 15:18:10.0	0.04	
03/30/18 15:12:08.0	0.01		03/30/18 15:21:51.5	0.05	
03/30/18 15:14:32.5	0.02		03/30/18 15:21:52.0	0.06	
03/30/18 15:16:43.0	0.03		03/30/18 16:58:36.0	0.07	End

### **A.6 Data Raingauge 30 Maret 2018 – Malam**

Date	Time	1/100			
03/30/18 21:20:13.0	0.00	Start	03/30/18 22:10:30.0	0.05	
03/30/18 21:29:13.0	0.01		03/30/18 23:16:03.0	0.06	
03/30/18 21:33:14.5	0.02		03/30/18 23:25:10.0	0.06	End
03/30/18 21:43:14.5	0.03				
03/30/18 21:48:38.5	0.04				

## A.7 Data *Raingauge* 01 April 2018

Date	Time	1/100			
4/1/2018	18:10:05	0.00	Start	4/1/2018 18:27:39	0.28
4/1/2018	18:20:43	0.01		4/1/2018 18:27:48	0.29
4/1/2018	18:21:55	0.02		4/1/2018 18:28:00	0.3
4/1/2018	18:22:15	0.03		4/1/2018 18:28:12	0.31
4/1/2018	18:22:44	0.04		4/1/2018 18:28:28	0.32
4/1/2018	18:23:02	0.05		4/1/2018 18:28:40	0.33
4/1/2018	18:23:22	0.06		4/1/2018 18:28:53	0.34
4/1/2018	18:23:40	0.07		4/1/2018 18:29:07	0.35
4/1/2018	18:23:59	0.08		4/1/2018 18:29:24	0.36
4/1/2018	18:24:15	0.09		4/1/2018 18:29:24	0.37
4/1/2018	18:24:28	0.1		4/1/2018 18:29:39	0.38
4/1/2018	18:24:39	0.11		4/1/2018 18:29:59	0.39
4/1/2018	18:24:50	0.12		4/1/2018 18:30:21	0.4
4/1/2018	18:25:03	0.13		4/1/2018 18:30:42	0.41
4/1/2018	18:25:18	0.14		4/1/2018 18:31:08	0.42
4/1/2018	18:25:31	0.15		4/1/2018 18:31:54	0.43
4/1/2018	18:25:45	0.16		4/1/2018 18:33:38	0.44
4/1/2018	18:25:56	0.17		4/1/2018 18:34:32	0.45
4/1/2018	18:26:07	0.18		4/1/2018 18:35:00	0.46
4/1/2018	18:26:19	0.19		4/1/2018 18:35:51	0.47
4/1/2018	18:26:28	0.2		4/1/2018 18:35:51	0.48
4/1/2018	18:26:37	0.21		4/1/2018 18:36:59	0.49
4/1/2018	18:26:47	0.22		4/1/2018 18:36:59	0.5
4/1/2018	18:26:55	0.23		4/1/2018 18:39:57	0.51
4/1/2018	18:27:06	0.24		4/1/2018 18:50:01	0.51
4/1/2018	18:27:15	0.25			End
4/1/2018	18:27:23	0.26			
4/1/2018	18:27:31	0.27			

## LAMPIRAN B

### PENGUKURAN DAYA DAN REDAMAN HUJAN

#### B.1 Hasil Pengukuran 07 Maret 2018

No.	Daya Rx [Tidak Hujan] rata-rata : -23.1 dBm		
	Jam Ke-	Daya Rx (dBm)	Redaman Hujan (dB)
1	17:01:00	-23.28	0.18
2	17:02:00	-23.29	0.19
3	17:03:00	-23.3	0.2
4	17:04:00	-23.28	0.18
5	17:05:00	-23.73	0.63
6	17:06:00	-23.8	0.7
7	17:07:00	-23.5	0.4
8	17:08:00	-23.5	0.4
9	17:09:00	-23.5	0.4
10	17:10:00	-23.65	0.55
11	17:11:00	-23.3	0.2
12	17:12:00	-23.5	0.4
13	17:13:00	-23.5	0.4
14	17:14:00	-23.38	0.27
15	17:15:00	-23.28	0.17
16	17:16:00	-23.4	0.3
17	17:17:00	-23.05	-0.05
18	17:18:00	-23.55	0.45
19	17:19:00	-23.3	0.2
20	17:20:00	-23.2	0.1
21	17:21:00	-23.3	0.2
22	17:22:00	-23.4	0.3
23	17:23:00	-23.5	0.4
24	17:24:00	-23.75	0.65
25	17:25:00	-23.85	0.75
26	17:26:00	-23.9	0.8
27	17:27:00	-23.4	0.3
28	17:28:00	-23.4	0.3
29	17:29:00	-23.4	0.3
30	17:30:00	-23.5	0.4
31	17:31:00	-23.5	0.4
32	17:32:00	-23.5	0.4

33	17:33:00	-23.3	0.2
34	17:34:00	-23.4	0.3
35	17:35:00	-23.4	0.3
36	17:36:00	-23.3	0.2
37	17:37:00	-23.3	0.2
38	17:38:00	-23.5	0.4
39	17:39:00	-23.65	0.55
40	17:40:00	-23.4	0.3
41	17:41:00	-23.3	0.2
42	17:42:00	-23.4	0.3
43	17:43:00	-23.5	0.4
44	17:44:00	-23.5	0.4
45	17:45:00	-23.1	0
46	17:46:00	-23.4	0.3
47	17:47:00	-23.2	0.1
48	17:48:00	-23.4	0.3
49	17:49:00	-23.2	0.1
50	17:50:00	-23.2	0.1
51	17:51:00	-23.5	0.4
52	17:52:00	-23.2	0.1
53	17:53:00	-23.4	0.3
54	17:54:00	-23.2	0.1
55	17:55:00	-23.4	0.3
56	17:56:00	-23.3	0.2
57	17:57:00	-23.5	0.4
58	17:58:00	-23.5	0.4
59	17:59:00	-23.5	0.4
60	18:00:00	-23.5	0.4
61	18:01:00	-23.5	0.4
62	18:02:00	-23.65	0.55
63	18:03:00	-23.5	0.4
64	18:04:00	-23.5	0.4
65	18:05:00	-23.5	0.4
66	18:06:00	-23.5	0.4
67	18:07:00	-23.5	0.4
68	18:08:00	-23.5	0.4
69	18:09:00	-23.5	0.4
70	18:10:00	-23.5	0.4
71	18:11:00	-23.5	0.4
72	18:12:00	-23.5	0.4
73	18:13:00	-23.5	0.4
74	18:14:00	-23.5	0.4
75	18:15:00	-23.5	0.4
76	18:16:00	-23.5	0.4



77	18:17:00	-23.5	0.4
78	18:18:00	-23.5	0.4
79	18:19:00	-23.5	0.4
80	18:20:00	-23.5	0.4
81	18:21:00	-23.4	0.3
82	18:22:00	-23.1	0
83	18:23:00	-23.1	0
84	18:24:00	-23.1	0
85	18:25:00	-23.1	0
86	18:26:00	-23.1	0
87	18:27:00	-23.1	0
88	18:28:00	-23.1	0
89	18:29:00	-23.1	0
90	18:30:00	-23.1	0
91	18:31:00	-23.1	0
92	18:32:00	-23.1	0
93	18:33:00	-23.1	0
94	18:34:00	-23.1	0
95	18:35:00	-23.1	0
96	18:36:00	-23.1	0
97	18:37:00	-23.1	0
98	18:38:00	-23.1	0
99	18:39:00	-23.1	0
100	18:40:00	-23.1	0
101	18:41:00	-23.2	0.1
102	18:42:00	-23.2	0.1
103	18:43:00	-23.2	0.1
104	18:44:00	-23.2	0.1
105	18:45:00	-23.1	0
106	18:46:00	-23.3	0.2
107	18:47:00	-23.4	0.3
108	18:48:00	-23.5	0.4
109	18:49:00	-23.5	0.4
110	18:50:00	-23.5	0.4
111	18:51:00	-23.5	0.4
112	18:52:00	-23.3	0.2
113	18:53:00	-23.5	0.4
114	18:54:00	-23.4	0.3
115	18:55:00	-23.4	0.3
116	18:56:00	-23.5	0.4
117	18:57:00	-23.5	0.4
118	18:58:00	-23.3	0.2
119	18:59:00	-23.4	0.3
120	19:00:00	-23.2	0.1

121	19:01:00	-23.2	0.1
122	19:02:00	-23.1	0
123	19:03:00	-23.4	0.3
124	19:04:00	-23.5	0.4
125	19:05:00	-23.4	0.3
126	19:06:00	-23.2	0.1
127	19:07:00	-23.4	0.3
128	19:08:00	-23.1	0
129	19:09:00	-23.1	0
130	19:10:00	-23.1	0
131	19:11:00	-23.4	0.3
132	19:12:00	-23.2	0.1
133	19:13:00	-23.3	0.2
134	19:14:00	-23.3	0.2
135	19:15:00	-23.2	0.1
136	19:16:00	-23.3	0.2
137	19:17:00	-23.1	0
138	19:18:00	-23.2	0.1
139	19:19:00	-23.2	0.1
140	19:20:00	-23.1	0
141	19:21:00	-23.1	0
142	19:22:00	-23.4	0.3
143	19:23:00	-23.4	0.3
144	19:24:00	-23.3	0.2
145	19:25:00	-23.1	0
146	19:26:00	-23.4	0.3
147	19:27:00	-23.3	0.2
148	19:28:00	-23.4	0.3
149	19:29:00	-23.2	0.1
150	19:30:00	-23.2	0.1
151	19:31:00	-23.2	0.1
152	19:32:00	-23.2	0.1
153	19:33:00	-23.1	0
154	19:34:00	-23.1	0
155	19:35:00	-23.1	0
156	19:36:00	-23.1	0
157	19:37:00	-23.1	0
158	19:38:00	-23.2	0.1
159	19:39:00	-23.4	0.3
160	19:40:00	-23.3	0.2
161	19:41:00	-23.1	0
162	19:42:00	-23.1	0
163	19:43:00	-23.3	0.2
164	19:44:00	-23.2	0.1

165	19:45:00	-23.2	0.1
166	19:46:00	-23.3	0.2
167	19:47:00	-23.4	0.3
168	19:48:00	-23.2	0.1
169	19:49:00	-23.2	0.1
170	19:50:00	-23.5	0.4
171	19:51:00	-23.5	0.4
172	19:52:00	-23.38	0.27
173	19:53:00	-23.73	0.63
174	19:54:00	-23.4	0.3
175	19:55:00	-23.3	0.2
176	19:56:00	-23.1	0
177	19:57:00	-23.2	0.1
178	19:58:00	-23.5	0.4
179	19:59:00	-23.5	0.4
180	20:00:00	-23.3	0.2
181	20:01:00	-23.4	0.3
182	20:02:00	-23.4	0.3
183	20:03:00	-23.5	0.4
184	20:04:00	-23.5	0.4
185	20:05:00	-23.38	0.27
186	20:06:00	-23.65	0.55
187	20:07:00	-23.65	0.55
188	20:08:00	-23.58	0.47
189	20:09:00	-23.5	0.4
190	20:10:00	-23.5	0.4
191	20:11:00	-23.5	0.4
192	20:12:00	-23.5	0.4
193	20:13:00	-23.5	0.4
194	20:14:00	-23.4	0.3
195	20:15:00	-23.4	0.3
196	20:16:00	-23.5	0.4
197	20:17:00	-23.4	0.3
198	20:18:00	-23.4	0.3
199	20:19:00	-23.5	0.4
200	20:20:00	-23.4	0.3
201	20:21:00	-23.4	0.3
202	20:22:00	-23.5	0.4
203	20:23:00	-23.5	0.4
204	20:24:00	-23.5	0.4
205	20:25:00	-23.5	0.4
206	20:26:00	-23.5	0.4
207	20:27:00	-23.5	0.4
208	20:28:00	-23.3	0.2

209	20:29:00	-23.5	0.4
210	20:30:00	-23.5	0.4
211	20:31:00	-23.5	0.4
212	20:32:00	-23.4	0.3
213	20:33:00	-23.4	0.3
214	20:34:00	-23.5	0.4
215	20:35:00	-23.5	0.4
216	20:36:00	-23.4	0.3
217	20:37:00	-23.4	0.3
217	20:37:00	-23.4	0.3
218	20:38:00	-23.5	0.4
219	20:39:00	-23.5	0.4
220	20:40:00	-23.5	0.4
221	20:41:00	-23.5	0.4
222	20:42:00	-23.5	0.4
223	20:43:00	-23.5	0.4
224	20:44:00	-23.5	0.4
225	20:45:00	-23.5	0.4
226	20:46:00	-23.5	0.4
227	20:47:00	-23.5	0.4
228	20:48:00	-23.5	0.4
229	20:49:00	-23.5	0.4
230	20:50:00	-23.4	0.3
231	20:51:00	-23.1	0
232	20:52:00	-23.3	0.2
233	20:53:00	-23.3	0.2
234	20:54:00	-23.4	0.3
235	20:55:00	-23.5	0.4
236	20:56:00	-23.5	0.4
237	20:57:00	-23.5	0.4
238	20:58:00	-23.5	0.4
239	20:59:00	-23.5	0.4
240	21:00:00	-23.5	0.4
241	21:01:00	-23.5	0.4
242	21:02:00	-23.5	0.4
243	21:03:00	-23.5	0.4
244	21:04:00	-23.5	0.4
245	21:05:00	-23.5	0.4
246	21:06:00	-23.5	0.4
247	21:07:00	-23.5	0.4
248	21:08:00	-23.5	0.4
249	21:09:00	-23.5	0.4
250	21:10:00	-23.5	0.4
251	21:11:00	-23.5	0.4

252	21:12:00	-23.15	0.05
253	21:13:00	-23.4	0.3
254	21:14:00	-23.4	0.3
255	21:15:00	-23.5	0.4
256	21:16:00	-23.5	0.4
257	21:17:00	-23.4	0.3

## B.2 Hasil Pengukuran 08 Maret 2018

No.	Daya Rx [Tidak Hujan] rata-rata : -22.8 dBm		
	Jam Ke-	Daya Rx (dBm)	Redaman Hujan (dB)
1	17:37:00	-22.83	0.03
2	17:38:00	-22.88	0.08
3	17:39:00	-22.88	0.08
4	17:40:00	-22.95	0.15
5	17:41:00	-22.8	0
6	17:42:00	-22.8	0
7	17:43:00	-22.8	0
8	17:44:00	-23.03	0.23
9	17:45:00	-22.95	0.15
10	17:46:00	-23.2	0.4
11	17:47:00	-23.03	0.23
12	17:48:00	-23.03	0.23
13	17:49:00	-23.03	0.23
14	17:50:00	-23.2	0.4
15	17:51:00	-23.03	0.23
16	17:52:00	-23.2	0.4
17	17:53:00	-23.2	0.4
18	17:54:00	-22.88	0.08
19	17:55:00	-23.13	0.33
20	17:56:00	-23.05	0.25
21	17:57:00	-23.05	0.25
22	17:58:00	-23.03	0.23
23	17:59:00	-23.2	0.4
24	18:00:00	-23.3	0.5
25	18:01:00	-23.03	0.23
26	18:02:00	-23.1	0.3
27	18:03:00	-23.1	0.3
28	18:04:00	-23.3	0.5

29	18:05:00	-23.3	0.5
30	18:06:00	-23.2	0.4
31	18:07:00	-23.03	0.23
32	18:08:00	-23.03	0.23
33	18:09:00	-23.03	0.23
34	18:10:00	-23.1	0.3
35	18:11:00	-23.03	0.23
36	18:12:00	-22.8	0
37	18:13:00	-22.95	0.15
38	18:14:00	-22.8	0
39	18:15:00	-22.8	0
40	18:16:00	-22.8	0
41	18:17:00	-22.8	0
42	18:18:00	-22.8	0
43	18:19:00	-22.8	0
44	18:20:00	-22.8	0
45	18:21:00	-22.8	0
46	18:22:00	-22.8	0
47	18:23:00	-22.88	0.08
48	18:24:00	-22.95	0.15
49	18:25:00	-23.1	0.3
50	18:26:00	-22.95	0.15
51	18:27:00	-23.03	0.23
52	18:28:00	-22.88	0.08
53	18:29:00	-22.95	0.15
54	18:30:00	-23.1	0.3
55	18:31:00	-22.88	0.08
56	18:32:00	-22.88	0.08
57	18:33:00	-22.88	0.08
58	18:34:00	-22.88	0.08
59	18:35:00	-22.83	0.03
60	18:36:00	-22.83	0.03
61	18:37:00	-22.83	0.03
62	18:38:00	-22.83	0.03
63	18:39:00	-22.83	0.03
64	18:40:00	-22.83	0.03
65	18:41:00	-22.83	0.03
66	18:42:00	-22.83	0.03
67	18:43:00	-22.83	0.03
68	18:44:00	-22.83	0.03
69	18:45:00	-22.83	0.03
70	18:46:00	-22.83	0.03
71	18:47:00	-22.83	0.03
72	18:48:00	-22.8	0

73	18:49:00	-22.8	0
74	18:50:00	-22.83	0.03
75	18:51:00	-22.83	0.03
76	18:52:00	-22.8	0
77	18:53:00	-22.8	0
78	18:54:00	-22.8	0
79	18:55:00	-22.8	0
80	18:56:00	-22.8	0
81	18:57:00	-22.8	0
82	18:58:00	-22.8	0
83	18:59:00	-22.83	0.03
84	19:00:00	-22.8	0
85	19:01:00	-22.83	0.03
86	19:02:00	-22.8	0
87	19:03:00	-22.8	0
88	19:04:00	-22.8	0
89	19:05:00	-22.8	0
90	19:06:00	-22.8	0
91	19:07:00	-22.8	0
92	19:08:00	-22.8	0
93	19:09:00	-22.8	0
94	19:10:00	-22.8	0
95	19:11:00	-22.8	0
96	19:12:00	-22.8	0
97	19:13:00	-22.8	0
98	19:14:00	-22.8	0
99	19:15:00	-22.8	0
100	19:16:00	-22.8	0
101	19:17:00	-22.8	0
102	19:18:00	-22.8	0
103	19:19:00	-22.8	0
104	19:20:00	-22.8	0
105	19:21:00	-22.83	0.03
106	19:22:00	-22.83	0.03
107	19:23:00	-22.83	0.03
108	19:24:00	-22.83	0.03
109	19:25:00	-22.83	0.03
110	19:26:00	-22.83	0.03
111	19:27:00	-22.83	0.03
112	19:28:00	-22.8	0
113	19:29:00	-22.8	0
114	19:30:00	-22.8	0
115	19:31:00	-22.8	0
116	19:32:00	-22.8	0

117	19:33:00	-22.8	0
118	19:34:00	-22.8	0
119	19:35:00	-22.8	0
120	19:36:00	-22.8	0
121	19:37:00	-22.8	0
122	19:38:00	-22.8	0
123	19:39:00	-22.8	0
124	19:40:00	-22.8	0
125	19:41:00	-22.8	0
126	19:42:00	-22.8	0
127	19:43:00	-22.8	0
128	19:44:00	-22.8	0
129	19:45:00	-22.8	0
130	19:46:00	-22.8	0
131	19:47:00	-22.8	0
132	19:48:00	-22.8	0
133	19:49:00	-22.8	0
134	19:50:00	-22.8	0
135	19:51:00	-22.8	0
136	19:52:00	-22.8	0
137	19:53:00	-22.8	0
138	19:54:00	-22.8	0
139	19:55:00	-22.95	0.15
140	19:56:00	-22.88	0.08
141	19:57:00	-22.88	0.08
142	19:58:00	-22.8	0
143	19:59:00	-22.8	0
144	20:00:00	-22.8	0
145	20:01:00	-22.8	0
146	20:02:00	-22.8	0
147	20:03:00	-22.8	0
148	20:04:00	-22.8	0
149	20:05:00	-22.8	0
150	20:06:00	-22.88	0.08
151	20:07:00	-22.88	0.08
152	20:08:00	-22.95	0.15
153	20:09:00	-22.8	0
154	20:10:00	-22.8	0
155	20:11:00	-22.8	0
156	20:12:00	-22.95	0.15
157	20:13:00	-22.88	0.08
158	20:14:00	-22.88	0.08
159	20:15:00	-22.8	0
160	20:16:00	-22.8	0



161	20:17:00	-22.8	0
162	20:18:00	-22.8	0
163	20:19:00	-22.83	0.03
164	20:20:00	-22.88	0.08
165	20:21:00	-22.88	0.08
166	20:22:00	-22.95	0.15
167	20:23:00	-22.8	0
168	20:24:00	-22.8	0
169	20:25:00	-22.8	0
170	20:26:00	-23.03	0.23
171	20:27:00	-22.95	0.15
172	20:28:00	-23.2	0.4
173	20:29:00	-23.03	0.23
174	20:30:00	-23.03	0.23
175	20:31:00	-23.03	0.23
176	20:32:00	-23.2	0.4
177	20:33:00	-23.03	0.23
178	20:34:00	-23.2	0.4
179	20:35:00	-23.2	0.4
180	20:36:00	-22.88	0.08
181	20:37:00	-23.13	0.33
182	20:38:00	-23.05	0.25
183	20:39:00	-23.05	0.25
184	20:40:00	-23.03	0.23
185	20:41:00	-23.2	0.4
186	20:42:00	-23.3	0.5
187	20:43:00	-23.03	0.23
188	20:44:00	-23.1	0.3
189	20:45:00	-23.1	0.3
190	20:46:00	-23.3	0.5
191	20:47:00	-23.3	0.5
192	20:48:00	-23.2	0.4
193	20:49:00	-23.03	0.23
194	20:50:00	-23.03	0.23
195	20:51:00	-23.03	0.23
196	20:52:00	-23.1	0.3
197	20:53:00	-23.03	0.23
198	20:54:00	-22.8	0
199	20:55:00	-22.95	0.15
200	20:56:00	-22.8	0
201	20:57:00	-22.8	0
202	20:58:00	-22.8	0
203	20:59:00	-22.8	0
204	21:00:00	-22.8	0

205	21:01:00	-22.8	0
206	21:02:00	-22.8	0
207	21:03:00	-22.8	0
208	21:04:00	-22.8	0
209	21:05:00	-22.88	0.08
210	21:06:00	-22.95	0.15
211	21:07:00	-23.1	0.3
212	21:08:00	-22.95	0.15
200	20:56:00	-23.03	0.23
201	20:57:00	-22.88	0.08
202	20:58:00	-22.95	0.15
203	20:59:00	-23.1	0.3
204	21:00:00	-22.88	0.08
205	21:01:00	-22.88	0.08
206	21:02:00	-22.88	0.08
207	21:03:00	-22.88	0.08
208	21:04:00	-22.83	0.03
209	21:05:00	-22.83	0.03
210	21:06:00	-22.83	0.03
211	21:07:00	-22.83	0.03
212	21:08:00	-22.83	0.03

### B.3 Hasil Pengukuran 29 Maret 2018

No.	Daya Rx [Tidak Hujan] rata-rata : -23.1 dBm		
	Jam Ke-	Daya Rx (dBm)	Redaman Hujan (dB)
1	20:41:00	-23.2	0.1
2	20:42:00	-23.35	0.25
3	20:43:00	-23.2	0.1
4	20:44:00	-23.3	0.2
5	20:45:00	-23.4	0.3
6	20:46:00	-23.5	0.4
7	20:47:00	-23.5	0.4
8	20:48:00	-23.5	0.4
9	20:49:00	-23.4	0.3
10	20:50:00	-23.25	0.15

## B.4 Hasil Pengukuran 30 Maret 2018 - Siang

No.	Daya Rx [Tidak Hujan] rata-rata : -23.1 dBm		
	Jam Ke-	Daya Rx (dBm)	Redaman Hujan (dB)
1	11:31:00	-23.10	0.00
2	11:32:00	-23.10	0.00
3	11:33:00	-23.50	0.40
4	11:34:00	-23.65	0.55
5	11:35:00	-23.65	0.55
6	11:36:00	-23.10	0.00
7	11:37:00	-23.15	0.05
8	11:38:00	-23.40	0.30
9	11:39:00	-23.50	0.40
10	11:40:00	-23.50	0.40
11	11:41:00	-23.50	0.40
12	11:42:00	-23.50	0.40
13	11:43:00	-23.50	0.40
14	11:44:00	-23.65	0.55
15	11:45:00	-23.65	0.55
16	11:46:00	-23.80	0.70
17	11:47:00	-23.80	0.70
18	11:48:00	-23.80	0.70
19	11:49:00	-23.80	0.70
20	11:50:00	-23.65	0.55
21	11:51:00	-23.65	0.55
22	11:52:00	-23.65	0.55
23	11:53:00	-23.50	0.40
24	11:54:00	-23.50	0.40
25	11:55:00	-23.50	0.40
26	11:56:00	-23.50	0.40
27	11:57:00	-23.50	0.40
28	11:58:00	-23.50	0.40
29	11:59:00	-23.50	0.40
30	12:00:00	-23.50	0.40
31	12:01:00	-23.57	0.47
32	12:02:00	-23.50	0.40
33	12:03:00	-23.50	0.40
34	12:04:00	-23.50	0.40
35	12:05:00	-23.50	0.40
36	12:06:00	-23.50	0.40

## B.5 Hasil Pengukuran 30 Maret 2018 - Sore

No.	Daya Rx [Tidak Hujan] rata-rata : -23.1 dBm		
	Jam Ke-	Daya Rx (dBm)	Redaman Hujan (dB)
1	15:17:00	-23.40	0.30
2	15:18:00	-23.50	0.40
3	15:19:00	-23.40	0.30
4	15:20:00	-23.35	0.25
5	15:21:00	-23.30	0.20

## B.6 Hasil Pengukuran 30 Maret 2018 - Malam

No.	Daya Rx [Tidak Hujan] rata-rata : -23.6 dBm		
	Jam Ke-	Daya Rx (dBm)	Redaman Hujan (dB)
1	21:29:00	-23.70	0.10
2	21:30:00	-23.75	0.15
3	21:31:00	-23.76	0.16
4	21:32:00	-23.77	0.17
5	21:33:00	-23.76	0.16
6	21:34:00	-23.73	0.13
7	21:35:00	-23.72	0.12
8	21:36:00	-23.73	0.13
9	21:37:00	-23.74	0.14
10	21:38:00	-23.73	0.13
11	21:39:00	-23.72	0.12
12	21:40:00	-23.73	0.13
13	21:41:00	-23.72	0.12
14	21:42:00	-23.72	0.12
15	21:43:00	-23.73	0.13
16	21:44:00	-23.72	0.12
17	21:45:00	-23.73	0.13
18	21:46:00	-23.72	0.12
19	21:47:00	-23.72	0.12
20	21:48:00	-23.70	0.10
21	21:49:00	-23.70	0.10

## B.7 Hasil Pengukuran 01 April 2018

No.	Daya Rx [Tidak Hujan] rata-rata : -21.3 dBm		
	Jam Ke-	Daya Rx (dBm)	Redaman Hujan (dB)
1	18:20:00	-22.05	0.75
2	18:21:00	-22.05	0.75
3	18:22:00	-22.05	0.75
4	18:23:00	-22.05	0.75
5	18:24:00	-22.05	0.75
6	18:25:00	-21.90	0.60
7	18:26:00	-21.90	0.60
8	18:27:00	-21.90	0.60
9	18:28:00	-21.90	0.60
10	18:29:00	-21.80	0.50
11	18:30:00	-21.80	0.50
12	18:31:00	-21.80	0.50
13	18:32:00	-21.80	0.50
14	18:33:00	-21.75	0.45
15	18:34:00	-21.75	0.45
16	18:35:00	-21.75	0.45
17	18:36:00	-21.80	0.50
18	18:37:00	-21.35	0.05
19	18:38:00	-21.75	0.45

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## LAMPIRAN C

### DATA NILAI RAIN RATE

#### C.1 Nilai *Rain-rate* Data Hujan 07 Maret 2018

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	17:01:00	0.03704	2.22250
2	17:02:00	0.10583	6.35000
3	17:03:00	0.10583	6.35000
4	17:04:00	0.24264	14.55816
5	17:05:00	0.02309	1.38545
6	17:06:00	0.19792	11.87532
7	17:07:00	0.15510	9.30614
8	17:08:00	0.14080	8.44781
9	17:09:00	0.08912	5.34737
10	17:10:00	0.08912	5.34737
11	17:11:00	0.10695	6.41684
12	17:12:00	0.16042	9.62526
13	17:13:00	0.13885	8.33111
14	17:14:00	0.12807	7.68403
15	17:15:00	0.08341	5.00464
16	17:16:00	0.06272	3.76296
17	17:17:00	0.06272	3.76296
18	17:18:00	0.06272	3.76296
19	17:19:00	0.03340	2.00380
20	17:20:00	0.01642	0.98534
21	17:21:00	0.01642	0.98534
22	17:22:00	0.01642	0.98534
23	17:23:00	0.01642	0.98534
24	17:24:00	0.01642	0.98534
25	17:25:00	0.01642	0.98534
26	17:26:00	0.01642	0.98534
27	17:27:00	0.01642	0.98534
28	17:28:00	0.01642	0.98534
29	17:29:00	0.01642	0.98534
30	17:30:00	0.01642	0.98534
31	17:31:00	0.01642	0.98534
32	17:32:00	0.01642	0.98534
33	17:33:00	0.01642	0.98534
34	17:34:00	0.06072	3.64334

35	17:35:00	0.20841	12.50434
36	17:36:00	0.00541	0.32460
37	17:37:00	0.00541	0.32460
38	17:38:00	0.00541	0.32460
39	17:39:00	0.00541	0.32460
40	17:40:00	0.00541	0.32460
41	17:41:00	0.00541	0.32460
42	17:42:00	0.00541	0.32460
43	17:43:00	0.00541	0.32460
44	17:44:00	0.00541	0.32460
45	17:45:00	0.00541	0.32460
46	17:46:00	0.00541	0.32460
47	17:47:00	0.00541	0.32460
48	17:48:00	0.00541	0.32460
49	17:49:00	0.00541	0.32460
50	17:50:00	0.00541	0.32460
51	17:51:00	0.00541	0.32460
52	17:52:00	0.00541	0.32460
53	17:53:00	0.00541	0.32460
54	17:54:00	0.00541	0.32460
55	17:55:00	0.00541	0.32460
56	17:56:00	0.00541	0.32460
57	17:57:00	0.00541	0.32460
58	17:58:00	0.00541	0.32460
59	17:59:00	0.00541	0.32460
60	18:00:00	0.00541	0.32460
61	18:01:00	0.00541	0.32460
62	18:02:00	0.00541	0.32460
63	18:03:00	0.00541	0.32460
64	18:04:00	0.00541	0.32460
65	18:05:00	0.00541	0.32460
66	18:06:00	0.00541	0.32460
67	18:07:00	0.00541	0.32460
68	18:08:00	0.00541	0.32460
69	18:09:00	0.00541	0.32460
70	18:10:00	0.00541	0.32460
71	18:11:00	0.00541	0.32460
72	18:12:00	0.00541	0.32460
73	18:13:00	0.00541	0.32460
74	18:14:00	0.00541	0.32460
75	18:15:00	0.00541	0.32460
76	18:16:00	0.00541	0.32460
77	18:17:00	0.00541	0.32460
78	18:18:00	0.00541	0.32460



79	18:19:00	0.00541	0.32460
80	18:20:00	0.00541	0.32460
81	18:21:00	0.00541	0.32460
82	18:22:00	0.00774	0.46412
83	18:23:00	0.01275	0.76519
84	18:24:00	0.01275	0.76519
85	18:25:00	0.01275	0.76519
86	18:26:00	0.01275	0.76519
87	18:27:00	0.01275	0.76519
88	18:28:00	0.01275	0.76519
89	18:29:00	0.01275	0.76519
90	18:30:00	0.01275	0.76519
91	18:31:00	0.01275	0.76519
92	18:32:00	0.01275	0.76519
93	18:33:00	0.01275	0.76519
94	18:34:00	0.01275	0.76519
95	18:35:00	0.01275	0.76519
96	18:36:00	0.01275	0.76519
97	18:37:00	0.01275	0.76519
98	18:38:00	0.01275	0.76519
99	18:39:00	0.01275	0.76519
100	18:40:00	0.01275	0.76519
101	18:41:00	0.01275	0.76519
102	18:42:00	0.01619	0.97138
103	18:43:00	0.02134	1.28067
104	18:44:00	0.02134	1.28067
105	18:45:00	0.02134	1.28067
106	18:46:00	0.02134	1.28067
107	18:47:00	0.02134	1.28067
108	18:48:00	0.02134	1.28067
109	18:49:00	0.02134	1.28067
110	18:50:00	0.02134	1.28067
111	18:51:00	0.02134	1.28067
112	18:52:00	0.02134	1.28067
113	18:53:00	0.02134	1.28067
114	18:54:00	0.02271	1.36261
115	18:55:00	0.02408	1.44455
116	18:56:00	0.02408	1.44455
117	18:57:00	0.02408	1.44455
118	18:58:00	0.02408	1.44455
119	18:59:00	0.02408	1.44455
120	19:00:00	0.02408	1.44455
121	19:01:00	0.02408	1.44455
122	19:02:00	0.02408	1.44455

123	19:03:00	0.02408	1.44455
124	19:04:00	0.02408	1.44455
125	19:05:00	0.02646	1.58750
126	19:06:00	0.03175	1.90500
127	19:07:00	0.03175	1.90500
128	19:08:00	0.03175	1.90500
129	19:09:00	0.03175	1.90500
130	19:10:00	0.03175	1.90500
131	19:11:00	0.03175	1.90500
132	19:12:00	0.03175	1.90500
133	19:13:00	0.00664	0.39819
134	19:14:00	0.00905	0.54299
135	19:15:00	0.00905	0.54299
136	19:16:00	0.00905	0.54299
137	19:17:00	0.00905	0.54299
138	19:18:00	0.00905	0.54299
139	19:19:00	0.00905	0.54299
140	19:20:00	0.00905	0.54299
141	19:21:00	0.00905	0.54299
142	19:22:00	0.00905	0.54299
143	19:23:00	0.00905	0.54299
144	19:24:00	0.00905	0.54299
145	19:25:00	0.00905	0.54299
146	19:26:00	0.00905	0.54299
147	19:27:00	0.00905	0.54299
148	19:28:00	0.00905	0.54299
149	19:29:00	0.00905	0.54299
150	19:30:00	0.00905	0.54299
151	19:31:00	0.00905	0.54299
152	19:32:00	0.00905	0.54299
153	19:33:00	0.00905	0.54299
154	19:34:00	0.00905	0.54299
155	19:35:00	0.00905	0.54299
156	19:36:00	0.00905	0.54299
157	19:37:00	0.00905	0.54299
158	19:38:00	0.00905	0.54299
159	19:39:00	0.00905	0.54299
160	19:40:00	0.00905	0.54299
161	19:41:00	0.00855	0.51326
162	19:42:00	0.01974	1.18446
163	19:43:00	0.01974	1.18446
164	19:44:00	0.01974	1.18446
165	19:45:00	0.01974	1.18446
166	19:46:00	0.01974	1.18446

167	19:47:00	0.01974	1.18446
168	19:48:00	0.01974	1.18446
169	19:49:00	0.01974	1.18446
170	19:50:00	0.01974	1.18446
171	19:51:00	0.01974	1.18446
172	19:52:00	0.01974	1.18446
173	19:53:00	0.01974	1.18446
174	19:54:00	0.00841	0.50476
175	19:55:00	0.01941	1.16484
176	19:56:00	0.01941	1.16484
177	19:57:00	0.01941	1.16484
178	19:58:00	0.01941	1.16484
179	19:59:00	0.01941	1.16484
180	20:00:00	0.01941	1.16484
181	20:01:00	0.01941	1.16484
182	20:02:00	0.01941	1.16484
183	20:03:00	0.01941	1.16484
184	20:04:00	0.01941	1.16484
185	20:05:00	0.01941	1.16484
186	20:06:00	0.01941	1.16484
187	20:07:00	0.00941	0.56444
188	20:08:00	0.03136	1.88148
189	20:09:00	0.03136	1.88148
190	20:10:00	0.03136	1.88148
191	20:11:00	0.03136	1.88148
192	20:12:00	0.03136	1.88148
193	20:13:00	0.03136	1.88148
194	20:14:00	0.03136	1.88148
195	20:15:00	0.08841	5.30433
196	20:16:00	0.77285	46.37128
197	20:17:00	0.05644	3.38667
198	20:18:00	0.10583	6.35000
199	20:19:00	0.00052	0.03126
200	20:20:00	0.01563	0.93785
201	20:21:00	0.01563	0.93785
202	20:22:00	0.01563	0.93785
203	20:23:00	0.01563	0.93785
204	20:24:00	0.01563	0.93785
205	20:25:00	0.01563	0.93785
206	20:26:00	0.01563	0.93785
207	20:27:00	0.01563	0.93785
208	20:28:00	0.01563	0.93785
209	20:29:00	0.01563	0.93785
210	20:30:00	0.01563	0.93785

211	20:31:00	0.01563	0.93785
212	20:32:00	0.01563	0.93785
213	20:33:00	0.01563	0.93785
214	20:34:00	0.01563	0.93785
215	20:35:00	0.01563	0.93785
216	20:36:00	0.00321	0.19254
217	20:37:00	0.00494	0.29621
218	20:38:00	0.00494	0.29621
219	20:39:00	0.00494	0.29621
220	20:40:00	0.00494	0.29621
221	20:41:00	0.00494	0.29621
222	20:42:00	0.00494	0.29621
223	20:43:00	0.00494	0.29621
224	20:44:00	0.00494	0.29621
225	20:45:00	0.00494	0.29621
226	20:46:00	0.00494	0.29621
227	20:47:00	0.00494	0.29621
228	20:48:00	0.00494	0.29621
229	20:49:00	0.00494	0.29621
230	20:50:00	0.00494	0.29621
231	20:51:00	0.00494	0.29621
232	20:52:00	0.00494	0.29621
233	20:53:00	0.00494	0.29621
234	20:54:00	0.00494	0.29621
235	20:55:00	0.00494	0.29621
236	20:56:00	0.00494	0.29621
237	20:57:00	0.00494	0.29621
238	20:58:00	0.00494	0.29621
239	20:59:00	0.00494	0.29621
240	21:00:00	0.00494	0.29621
241	21:01:00	0.00494	0.29621
242	21:02:00	0.00494	0.29621
243	21:03:00	0.00494	0.29621
244	21:04:00	0.00494	0.29621
245	21:05:00	0.00494	0.29621
246	21:06:00	0.00494	0.29621
247	21:07:00	0.00494	0.29621
248	21:08:00	0.00494	0.29621
249	21:09:00	0.00494	0.29621
250	21:10:00	0.00494	0.29621
251	21:11:00	0.00494	0.29621
252	21:12:00	0.00494	0.29621
253	21:13:00	0.00494	0.29621
254	21:14:00	0.00494	0.29621

255	21:15:00	0.00494	0.29621
256	21:16:00	0.00494	0.29621
257	21:17:00	0.00494	0.29621
258	21:18:00	0.00494	0.29621
259	21:19:00	0.00494	0.29621
260	21:20:00	0.00494	0.29621
261	21:21:00	0.00494	0.29621
262	21:22:00	0.00494	0.29621
263	21:23:00	0.00494	0.29621
264	21:24:00	0.00494	0.29621
265	21:25:00	0.00494	0.29621
266	21:26:00	0.00494	0.29621

## C.2 Nilai *Rain-rate* Data Hujan 08 Maret 2018

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	17:37:00	0.10848	6.50875
2	17:38:00	0.17727	10.63625
3	17:39:00	0.55245	33.147
4	17:40:00	0.00597	0.35816
5	17:41:00	0.00731	0.43856
6	17:42:00	0.00731	0.43856
7	17:43:00	0.00731	0.43856
8	17:44:00	0.00731	0.43856
9	17:45:00	0.00731	0.43856
10	17:46:00	0.00731	0.43856
11	17:47:00	0.00731	0.43856
12	17:48:00	0.00731	0.43856
13	17:49:00	0.00731	0.43856
14	17:50:00	0.00731	0.43856
15	17:51:00	0.00731	0.43856
16	17:52:00	0.00731	0.43856
17	17:53:00	0.00731	0.43856
18	17:54:00	0.00731	0.43856
19	17:55:00	0.00731	0.43856
20	17:56:00	0.00731	0.43856
21	17:57:00	0.00731	0.43856
22	17:58:00	0.00731	0.43856
23	17:59:00	0.00731	0.43856

24	18:00:00	0.00731	0.43856
25	18:01:00	0.00731	0.43856
26	18:02:00	0.00731	0.43856
27	18:03:00	0.00731	0.43856
28	18:04:00	0.00731	0.43856
29	18:05:00	0.00731	0.43856
30	18:06:00	0.00731	0.43856
31	18:07:00	0.00731	0.43856
32	18:08:00	0.00731	0.43856
33	18:09:00	0.00731	0.43856
34	18:10:00	0.00731	0.43856
35	18:11:00	0.00731	0.43856
36	18:12:00	0.00731	0.43856
37	18:13:00	0.00731	0.43856
38	18:14:00	0.26119	15.67125
39	18:15:00	0.00217	0.13026
40	18:16:00	0.13026	7.81538
41	18:17:00	0.13205	7.92281
42	18:18:00	0.15711	9.4268
43	18:19:00	0.16904	10.14233
44	18:20:00	0.17874	10.72415
45	18:21:00	0.11043	6.62609
46	18:22:00	0.11043	6.62609
47	18:23:00	0.06459	3.87512
48	18:24:00	0.05063	3.03787
49	18:25:00	0.05063	3.03787
50	18:26:00	0.05063	3.03787
51	18:27:00	0.05063	3.03787
52	18:28:00	0.05001	3.00064
53	18:29:00	0.0498	2.98824
54	18:30:00	0.0498	2.98824
55	18:31:00	0.0498	2.98824
56	18:32:00	0.0498	2.98824
57	18:33:00	0.04912	2.94696
58	18:34:00	0.0842	5.05193
59	18:35:00	0.0842	5.05193
60	18:36:00	0.26375	15.82496
61	18:37:00	0.24509	14.70526
62	18:38:00	0.37523	22.51364
63	18:39:00	0.32007	19.20421
64	18:40:00	0.14959	8.97532
65	18:41:00	0.35472	21.28345
66	18:42:00	0.16843	10.10586
67	18:43:00	0.03637	2.18234

68	18:44:00	0.03637	2.18234
69	18:45:00	0.03637	2.18234
70	18:46:00	0.03637	2.18234
71	18:47:00	0.03637	2.18234
72	18:48:00	0.03637	2.18234
73	18:49:00	0.11558	6.93499
74	18:50:00	0.25015	15.00909
75	18:51:00	0.11545	6.92727
76	18:52:00	0.2015	12.09005
77	18:53:00	0.23731	14.23878
78	18:54:00	0.34071	20.44241
79	18:55:00	2.58233	154.94
80	18:56:00	0.01165	0.69908
81	18:57:00	0.04661	2.79633
82	18:58:00	0.04661	2.79633
83	18:59:00	0.04661	2.79633
84	19:00:00	0.04661	2.79633
85	19:01:00	0.04661	2.79633
86	19:02:00	0.04236	2.54171
87	19:03:00	0.0413	2.47805
88	19:04:00	0.0413	2.47805
89	19:05:00	0.0413	2.47805
90	19:06:00	0.0413	2.47805
91	19:07:00	0.0413	2.47805
92	19:08:00	0.0211	1.26622
93	19:09:00	0.01023	0.61369
94	19:10:00	0.01023	0.61369
95	19:11:00	0.01023	0.61369
96	19:12:00	0.01023	0.61369
97	19:13:00	0.01023	0.61369
98	19:14:00	0.01023	0.61369
99	19:15:00	0.01023	0.61369
100	19:16:00	0.01023	0.61369
101	19:17:00	0.01023	0.61369
102	19:18:00	0.01023	0.61369
103	19:19:00	0.01023	0.61369
104	19:20:00	0.01023	0.61369
105	19:21:00	0.01023	0.61369
106	19:22:00	0.01023	0.61369
107	19:23:00	0.01023	0.61369
108	19:24:00	0.01023	0.61369
109	19:25:00	0.01023	0.61369
110	19:26:00	0.01023	0.61369
111	19:27:00	0.01023	0.61369

112	19:28:00	0.01023	0.61369
113	19:29:00	0.01023	0.61369
114	19:30:00	0.01023	0.61369
115	19:31:00	0.01023	0.61369
116	19:32:00	0.01023	0.61369
117	19:33:00	0.01421	0.85261
118	19:34:00	0.0151	0.90624
119	19:35:00	0.0151	0.90624
120	19:36:00	0.0151	0.90624
121	19:37:00	0.0151	0.90624
122	19:38:00	0.0151	0.90624
123	19:39:00	0.0151	0.90624
124	19:40:00	0.0151	0.90624
125	19:41:00	0.0151	0.90624
126	19:42:00	0.0151	0.90624
127	19:43:00	0.0151	0.90624
128	19:44:00	0.0151	0.90624
129	19:45:00	0.0151	0.90624
130	19:46:00	0.0151	0.90624
131	19:47:00	0.0151	0.90624
132	19:48:00	0.0151	0.90624
133	19:49:00	0.0151	0.90624
134	19:50:00	0.02507	1.50395
135	19:51:00	0.02507	1.50395
136	19:52:00	0.02507	1.50395
137	19:53:00	0.02507	1.50395
138	19:54:00	0.02507	1.50395
139	19:55:00	0.02507	1.50395
140	19:56:00	0.02507	1.50395
141	19:57:00	0.02507	1.50395
142	19:58:00	0.02507	1.50395
143	19:59:00	0.02507	1.50395
144	20:00:00	0.01494	0.89629
145	20:01:00	0.01338	0.80281
146	20:02:00	0.01338	0.80281
147	20:03:00	0.01338	0.80281
148	20:04:00	0.01338	0.80281
149	20:05:00	0.01338	0.80281
150	20:06:00	0.01338	0.80281
151	20:07:00	0.01338	0.80281
152	20:08:00	0.01338	0.80281
153	20:09:00	0.01338	0.80281
154	20:10:00	0.01338	0.80281
155	20:11:00	0.01338	0.80281



156	20:12:00	0.01338	0.80281
157	20:13:00	0.01338	0.80281
158	20:14:00	0.01338	0.80281
159	20:15:00	0.01338	0.80281
160	20:16:00	0.01338	0.80281
161	20:17:00	0.01338	0.80281
162	20:18:00	0.01338	0.80281

### C.3 Nilai *Rain-rate* Data Hujan 29 Maret 2018

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	20:41:00	0.07513	4.50761
2	20:42:00	0.10732	6.43944
3	20:43:00	0.15092	9.05546
4	20:44:00	0.2281	13.68592
5	20:45:00	0.20053	12.03158
6	20:46:00	0.21025	12.61493
7	20:47:00	0.36821	22.09238
8	20:48:00	0.40291	24.17431
9	20:49:00	0.25772	15.46329
10	20:50:00	0.14796	8.87767

### C.4 Nilai *Rain-rate* Data Hujan 30 Maret 2018 - Siang

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	11:31:00	0.08106	4.86383
2	11:32:00	0.21527	12.91617
3	11:33:00	0.09071	5.44286
4	11:34:00	0.09071	5.44286
5	11:35:00	0.22194	13.31617
6	11:36:00	0.31101	18.66061
7	11:37:00	0.33808	20.28472
8	11:38:00	0.44238	26.54266
9	11:39:00	0.37808	22.68508
10	11:40:00	0.50132	30.07895

11	11:41:00	0.76681	46.00876
12	11:42:00	0.66735	40.04109
13	11:43:00	0.81102	48.66105
14	11:44:00	0.74404	44.64242
15	11:45:00	0.51900	31.13974
16	11:46:00	0.59001	35.40070
17	11:47:00	0.30548	18.32855
18	11:48:00	0.31702	19.02148
19	11:49:00	0.44581	26.74874
20	11:50:00	0.46302	27.78140
21	11:51:00	0.19134	11.48053
22	11:52:00	0.15017	9.01030
23	11:53:00	0.12595	7.55702
24	11:54:00	0.24490	14.69421
25	11:55:00	0.41302	24.78128
26	11:56:00	0.38647	23.18825
27	11:57:00	0.32343	19.40560
28	11:58:00	0.30641	18.38476
29	11:59:00	0.23139	13.88323
30	12:00:00	0.20783	12.46982
31	12:01:00	0.18361	11.01687
32	12:02:00	0.23996	14.39771
33	12:03:00	0.13956	8.37363
34	12:04:00	0.13026	7.81538
35	12:05:00	0.10190	6.11429
36	12:06:00	0.10093	6.05563

### C.5 Nilai *Rain-rate* Data Hujan 30 Maret 2018 - Sore

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	15:17:00	0.15993	9.59556
2	15:18:00	0.15154	9.09241
3	15:19:00	0.06896	4.13756
4	15:20:00	0.06896	4.13756
5	15:21:00	0.12134	7.28043

## C.6 Nilai *Rain-rate* Data Hujan 30 Maret 2018 - Malam

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	21:29:00	0.04954	2.97212
2	21:30:00	0.06324	3.79419
3	21:31:00	0.06324	3.79419
4	21:32:00	0.06324	3.79419
5	21:33:00	0.03423	2.05371
6	21:34:00	0.02540	1.52400
7	21:35:00	0.02540	1.52400
8	21:36:00	0.02540	1.52400
9	21:37:00	0.02540	1.52400
10	21:38:00	0.02540	1.52400
11	21:39:00	0.02540	1.52400
12	21:40:00	0.02540	1.52400
13	21:41:00	0.02540	1.52400
14	21:42:00	0.02540	1.52400
15	21:43:00	0.04199	2.51930
16	21:44:00	0.04704	2.82222
17	21:45:00	0.04704	2.82222
18	21:46:00	0.04704	2.82222
19	21:47:00	0.04704	2.82222
20	21:48:00	0.03405	2.04296
21	21:49:00	0.01162	0.69695
22	21:50:00	0.01162	0.69695
23	21:51:00	0.01162	0.69695
24	21:52:00	0.01162	0.69695
25	21:53:00	0.01162	0.69695
26	21:54:00	0.01162	0.69695
27	21:55:00	0.01162	0.69695
28	21:56:00	0.01162	0.69695
29	21:57:00	0.01162	0.69695
30	21:58:00	0.01162	0.69695
31	21:59:00	0.01162	0.69695
32	22:10:00	0.00775	0.46472
33	22:11:00	0.00387	0.23249
34	22:12:00	0.00387	0.23249
35	22:13:00	0.00387	0.23249
36	22:14:00	0.00387	0.23249
37	22:15:00	0.00387	0.23249
38	22:16:00	0.00387	0.23249
39	22:17:00	0.00387	0.23249

40	22:18:00	0.00387	0.23249
41	22:19:00	0.00387	0.23249
42	22:20:00	0.00387	0.23249
43	22:21:00	0.00387	0.23249
44	22:22:00	0.00387	0.23249
45	22:23:00	0.00387	0.23249
46	22:24:00	0.00387	0.23249
47	22:25:00	0.00387	0.23249
48	22:26:00	0.00387	0.23249
49	22:27:00	0.00387	0.23249
50	22:28:00	0.00387	0.23249
51	22:29:00	0.00387	0.23249
52	22:30:00	0.00387	0.23249
53	22:31:00	0.00387	0.23249
54	22:32:00	0.00387	0.23249
55	22:33:00	0.00387	0.23249
56	22:34:00	0.00387	0.23249
57	22:35:00	0.00387	0.23249
58	22:36:00	0.00387	0.23249
59	22:37:00	0.00387	0.23249
60	22:38:00	0.00387	0.23249
61	22:39:00	0.00387	0.23249
62	22:40:00	0.00387	0.23249
63	22:41:00	0.00387	0.23249
64	22:42:00	0.00387	0.23249
65	22:43:00	0.00387	0.23249
66	22:44:00	0.00387	0.23249
67	22:45:00	0.00387	0.23249
68	22:46:00	0.00387	0.23249
69	22:47:00	0.00387	0.23249
70	22:48:00	0.00387	0.23249
71	22:49:00	0.00387	0.23249
72	22:50:00	0.00387	0.23249
73	22:51:00	0.00387	0.23249
74	22:52:00	0.00387	0.23249
75	22:53:00	0.00387	0.23249
76	22:54:00	0.00387	0.23249
77	22:55:00	0.00387	0.23249
78	22:56:00	0.00387	0.23249
79	22:57:00	0.00387	0.23249
80	22:58:00	0.00387	0.23249
81	22:59:00	0.00387	0.23249

### C.7 Nilai *Rain-rate* Data Hujan 01 April 2018

No.	Waktu Sample	R per Menit	R per Jam
1	18:20:00	0.05997	3.59833
2	18:21:00	0.25753	15.45167
3	18:22:00	0.78458	47.07467
4	18:23:00	0.84843	50.90583
5	18:24:00	0.98913	59.34808
6	18:25:00	1.18652	71.19105
7	18:26:00	1.38545	83.12727
8	18:27:00	1.36236	81.74182
9	18:28:00	1.24883	74.93000
10	18:29:00	1.08197	64.91844
11	18:30:00	0.66076	39.64531
12	18:31:00	0.01465	0.87923
13	18:32:00	0.14654	8.79231
14	18:33:00	0.19629	11.77735
15	18:34:00	0.40452	24.27111
16	18:35:00	0.49626	29.77563
17	18:36:00	0.00143	0.08562
18	18:37:00	0.08562	5.13708
19	18:38:00	0.08562	5.13708

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## LAMPIRAN D

### REGRESI LINIER MENENTUKAN $k$ DAN $\alpha$

#### D.1 Regresi untuk *event* Hujan 07 Maret 2018

##### D.1.1 Tabel Regresi

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	2.22250	3.38346	0.34684	0.52936
2	6.35000	3.57143	0.80277	0.55284
3	6.35000	3.75940	0.80277	0.57512
4	14.55816	3.38346	1.16311	0.52936
5	1.38545	11.84211	0.14159	1.07343
6	11.87532	13.15789	1.07465	1.11919
7	9.30614	7.51880	0.96877	0.87615
8	8.44781	7.51880	0.92674	0.87615
9	5.34737	7.51880	0.72814	0.87615
10	5.34737	10.33835	0.72814	1.01445
11	6.41684	3.75940	0.80732	0.57512
12	9.62526	7.51880	0.98341	0.87615
13	8.33111	7.51880	0.92070	0.87615
14	7.68403	5.07519	0.88559	0.70545
15	5.00464	3.19549	0.69937	0.50454
16	3.76296	5.63910	0.57553	0.75121
17	3.76296	3.75940	0.57553	0.57512
18	3.76296	8.45865	0.57553	0.92730
19	2.00380	3.75940	0.30185	0.57512
20	0.98534	1.87970	-0.00641	0.27409
21	0.98534	3.75940	-0.00641	0.57512
22	0.98534	5.63910	-0.00641	0.75121
23	0.98534	7.51880	-0.00641	0.87615
24	0.98534	12.21805	-0.00641	1.08700
25	0.98534	14.09774	-0.00641	1.14915
26	0.98534	15.03759	-0.00641	1.17718
27	0.98534	5.63910	-0.00641	0.75121
28	0.98534	5.63910	-0.00641	0.75121
29	0.98534	5.63910	-0.00641	0.75121
30	0.98534	7.51880	-0.00641	0.87615
31	0.98534	7.51880	-0.00641	0.87615
32	0.98534	7.51880	-0.00641	0.87615
33	0.98534	3.75940	-0.00641	0.57512
34	3.64334	5.63910	0.56150	0.75121

35	12.50434	5.63910	1.09706	0.75121
36	0.32460	3.75940	-0.48865	0.57512
37	0.32460	3.75940	-0.48865	0.57512
38	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
39	0.32460	10.33835	-0.48865	1.01445
40	0.32460	5.63910	-0.48865	0.75121
41	0.32460	3.75940	-0.48865	0.57512
42	0.32460	5.63910	-0.48865	0.75121
43	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
44	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
45	0.32460	0.00000	-0.48865	0.00000
46	0.32460	5.63910	-0.48865	0.75121
47	0.32460	1.87970	-0.48865	0.27409
48	0.32460	5.63910	-0.48865	0.75121
49	0.32460	1.87970	-0.48865	0.27409
50	0.32460	1.87970	-0.48865	0.27409
51	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
52	0.32460	1.87970	-0.48865	0.27409
53	0.32460	5.63910	-0.48865	0.75121
54	0.32460	1.87970	-0.48865	0.27409
55	0.32460	5.63910	-0.48865	0.75121
56	0.32460	3.75940	-0.48865	0.57512
57	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
58	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
59	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
60	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
61	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
62	0.32460	10.33835	-0.48865	1.01445
63	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
64	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
65	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
66	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
67	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
68	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
69	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
70	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
71	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
72	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
73	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
74	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
75	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
76	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
77	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
78	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615



79	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
80	0.32460	7.51880	-0.48865	0.87615
81	0.32460	5.63910	-0.48865	0.75121
82	0.46412	0.00000	-0.33337	0.00000
83	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
84	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
85	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
86	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
87	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
88	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
89	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
90	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
91	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
92	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
93	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
94	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
95	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
96	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
97	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
98	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
99	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
100	0.76519	0.00000	-0.11623	0.00000
101	0.76519	1.87970	-0.11623	0.27409
102	0.97138	1.87970	-0.01261	0.27409
103	1.28067	1.87970	0.10744	0.27409
104	1.28067	1.87970	0.10744	0.27409
105	1.28067	0.00000	0.10744	0.00000
106	1.28067	3.75940	0.10744	0.57512
107	1.28067	5.63910	0.10744	0.75121
108	1.28067	7.51880	0.10744	0.87615
109	1.28067	7.51880	0.10744	0.87615
110	1.28067	7.51880	0.10744	0.87615
111	1.28067	7.51880	0.10744	0.87615
112	1.28067	3.75940	0.10744	0.57512
113	1.28067	7.51880	0.10744	0.87615
114	1.36261	5.63910	0.13437	0.75121
115	1.44455	5.63910	0.15973	0.75121
116	1.44455	7.51880	0.15973	0.87615
117	1.44455	7.51880	0.15973	0.87615
118	1.44455	3.75940	0.15973	0.57512
119	1.44455	5.63910	0.15973	0.75121
120	1.44455	1.87970	0.15973	0.27409
121	1.44455	1.87970	0.15973	0.27409
122	1.44455	0.00000	0.15973	0.00000

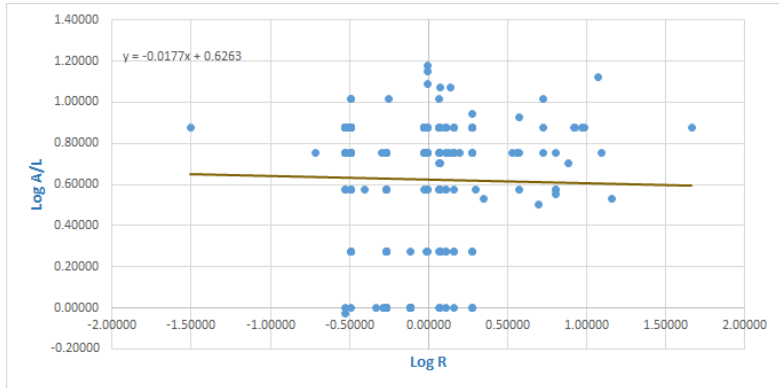
123	1.44455	5.63910	0.15973	0.75121
124	1.44455	7.51880	0.15973	0.87615
125	1.58750	5.63910	0.20071	0.75121
126	1.90500	1.87970	0.27989	0.27409
127	1.90500	5.63910	0.27989	0.75121
128	1.90500	0.00000	0.27989	0.00000
129	1.90500	0.00000	0.27989	0.00000
130	1.90500	0.00000	0.27989	0.00000
131	1.90500	5.63910	0.27989	0.75121
132	1.90500	1.87970	0.27989	0.27409
133	0.39819	3.75940	-0.39991	0.57512
134	0.54299	3.75940	-0.26521	0.57512
135	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
136	0.54299	3.75940	-0.26521	0.57512
137	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
138	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
139	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
140	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
141	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
142	0.54299	5.63910	-0.26521	0.75121
143	0.54299	5.63910	-0.26521	0.75121
144	0.54299	3.75940	-0.26521	0.57512
145	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
146	0.54299	5.63910	-0.26521	0.75121
147	0.54299	3.75940	-0.26521	0.57512
148	0.54299	5.63910	-0.26521	0.75121
149	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
150	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
151	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
152	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
153	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
154	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
155	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
156	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
157	0.54299	0.00000	-0.26521	0.00000
158	0.54299	1.87970	-0.26521	0.27409
159	0.54299	5.63910	-0.26521	0.75121
160	0.54299	3.75940	-0.26521	0.57512
161	0.51326	0.00000	-0.28966	0.00000
162	1.18446	0.00000	0.07352	0.00000
163	1.18446	3.75940	0.07352	0.57512
164	1.18446	1.87970	0.07352	0.27409
165	1.18446	1.87970	0.07352	0.27409
166	1.18446	3.75940	0.07352	0.57512

167	1.18446	5.63910	0.07352	0.75121
168	1.18446	1.87970	0.07352	0.27409
169	1.18446	1.87970	0.07352	0.27409
170	1.18446	7.51880	0.07352	0.87615
171	1.18446	7.51880	0.07352	0.87615
172	1.18446	5.07519	0.07352	0.70545
173	1.18446	11.84211	0.07352	1.07343
174	0.50476	5.63910	-0.29692	0.75121
175	1.16484	3.75940	0.06627	0.57512
176	1.16484	0.00000	0.06627	0.00000
177	1.16484	1.87970	0.06627	0.27409
178	1.16484	7.51880	0.06627	0.87615
179	1.16484	7.51880	0.06627	0.87615
180	1.16484	3.75940	0.06627	0.57512
181	1.16484	5.63910	0.06627	0.75121
182	1.16484	5.63910	0.06627	0.75121
183	1.16484	7.51880	0.06627	0.87615
184	1.16484	7.51880	0.06627	0.87615
185	1.16484	5.07519	0.06627	0.70545
186	1.16484	10.33835	0.06627	1.01445
187	0.56444	10.33835	-0.24838	1.01445
188	1.88148	8.83459	0.27450	0.94619
189	1.88148	7.51880	0.27450	0.87615
190	1.88148	7.51880	0.27450	0.87615
191	1.88148	7.51880	0.27450	0.87615
192	1.88148	7.51880	0.27450	0.87615
193	1.88148	7.51880	0.27450	0.87615
194	1.88148	5.63910	0.27450	0.75121
195	5.30433	5.63910	0.72463	0.75121
196	46.37128	7.51880	1.66625	0.87615
197	3.38667	5.63910	0.52977	0.75121
198	6.35000	5.63910	0.80277	0.75121
199	0.03126	7.51880	-1.50501	0.87615
200	0.93785	5.63910	-0.02787	0.75121
201	0.93785	5.63910	-0.02787	0.75121
202	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
203	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
204	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
205	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
206	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
207	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
208	0.93785	3.75940	-0.02787	0.57512
209	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
210	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615

211	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
212	0.93785	5.63910	-0.02787	0.75121
213	0.93785	5.63910	-0.02787	0.75121
214	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
215	0.93785	7.51880	-0.02787	0.87615
216	0.19254	5.63910	-0.71548	0.75121
217	0.29621	5.63910	-0.52840	0.75121
218	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
219	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
220	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
221	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
222	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
223	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
224	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
225	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
226	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
227	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
228	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
229	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
230	0.29621	5.63910	-0.52840	0.75121
231	0.29621	0.00000	-0.52840	0.00000
232	0.29621	3.75940	-0.52840	0.57512
233	0.29621	3.75940	-0.52840	0.57512
234	0.29621	5.63910	-0.52840	0.75121
235	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
236	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
237	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
238	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
239	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
240	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
241	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
242	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
243	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
244	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
245	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
246	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
247	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
248	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
249	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
250	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
251	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
252	0.29621	0.93985	-0.52840	-0.02694
253	0.29621	5.63910	-0.52840	0.75121
254	0.29621	5.63910	-0.52840	0.75121

255	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
256	0.29621	7.51880	-0.52840	0.87615
257	0.29621	5.63910	-0.52840	0.75121

### D.1.2 Grafik Analisis Regresi



### D.1.3 Nilai parameter redaman k dan $\alpha$

Berdasarkan grafik regresi yang dibuat menggunakan aplikasi excel maupun menggunakan perhitungan secara manual dengan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai k dan  $\alpha$  dihasilkan sama, yaitu :

$$k = 4.22961$$

$$\alpha = -0.0177$$

## D.2 Regresi untuk *event* Hujan 08 Maret 2018

### D.2.1 Tabel Regresi

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	6.50875	0.56391	0.81350	-0.24879
2	10.63625	1.50376	1.02679	0.17718
3	33.14700	1.50376	1.52044	0.17718
4	0.35816	2.81955	-0.44592	0.45018
5	0.43856	0.00000	-0.35797	0.00000
6	0.43856	0.00000	-0.35797	0.00000

7	0.43856	0.00000	-0.35797	0.00000
8	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
9	0.43856	2.81955	-0.35797	0.45018
10	0.43856	7.51880	-0.35797	0.87615
11	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
12	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
13	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
14	0.43856	7.51880	-0.35797	0.87615
15	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
16	0.43856	7.51880	-0.35797	0.87615
17	0.43856	7.51880	-0.35797	0.87615
18	0.43856	1.50376	-0.35797	0.17718
19	0.43856	6.20301	-0.35797	0.79260
20	0.43856	4.69925	-0.35797	0.67203
21	0.43856	4.69925	-0.35797	0.67203
22	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
23	0.43856	7.51880	-0.35797	0.87615
24	0.43856	9.39850	-0.35797	0.97306
25	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
26	0.43856	5.63910	-0.35797	0.75121
27	0.43856	5.63910	-0.35797	0.75121
28	0.43856	9.39850	-0.35797	0.97306
29	0.43856	9.39850	-0.35797	0.97306
30	0.43856	7.51880	-0.35797	0.87615
31	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
32	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
33	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
34	0.43856	5.63910	-0.35797	0.75121
35	0.43856	4.32331	-0.35797	0.63582
36	0.43856	0.00000	-0.35797	0.00000
37	0.43856	2.81955	-0.35797	0.45018
38	15.67125	0.00000	1.19510	0.00000
39	0.13026	0.00000	-0.88519	0.00000
40	7.81538	0.00000	0.89295	0.00000
41	7.92281	0.00000	0.89888	0.00000
42	9.42680	0.00000	0.97436	0.00000
43	10.14233	0.00000	1.00614	0.00000
44	10.72415	0.00000	1.03036	0.00000
45	6.62609	0.00000	0.82126	0.00000
46	6.62609	0.00000	0.82126	0.00000
47	3.87512	1.50376	0.58829	0.17718
48	3.03787	2.81955	0.48257	0.45018
49	3.03787	5.63910	0.48257	0.75121
50	3.03787	2.81955	0.48257	0.45018

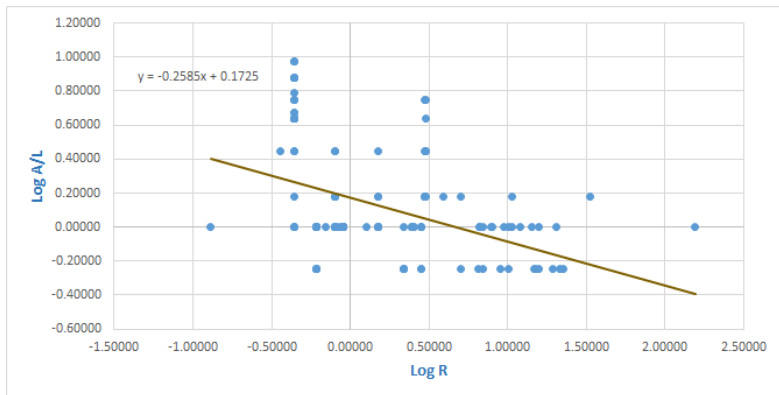
51	3.03787	4.32331	0.48257	0.63582
52	3.00064	1.50376	0.47721	0.17718
53	2.98824	2.81955	0.47542	0.45018
54	2.98824	5.63910	0.47542	0.75121
55	2.98824	1.50376	0.47542	0.17718
56	2.98824	1.50376	0.47542	0.17718
57	2.94696	1.50376	0.46937	0.17718
58	5.05193	1.50376	0.70346	0.17718
59	5.05193	0.56391	0.70346	-0.24879
60	15.82496	0.56391	1.19934	-0.24879
61	14.70526	0.56391	1.16747	-0.24879
62	22.51364	0.56391	1.35245	-0.24879
63	19.20421	0.56391	1.28340	-0.24879
64	8.97532	0.56391	0.95305	-0.24879
65	21.28345	0.56391	1.32804	-0.24879
66	10.10586	0.56391	1.00457	-0.24879
67	2.18234	0.56391	0.33892	-0.24879
68	2.18234	0.56391	0.33892	-0.24879
69	2.18234	0.56391	0.33892	-0.24879
70	2.18234	0.56391	0.33892	-0.24879
71	2.18234	0.56391	0.33892	-0.24879
72	2.18234	0.00000	0.33892	0.00000
73	6.93499	0.00000	0.84105	0.00000
74	15.00909	0.56391	1.17635	-0.24879
75	6.92727	0.56391	0.84056	-0.24879
76	12.09005	0.00000	1.08243	0.00000
77	14.23878	0.00000	1.15347	0.00000
78	20.44241	0.00000	1.31053	0.00000
79	154.94000	0.00000	2.19016	0.00000
80	0.69908	0.00000	-0.15547	0.00000
81	2.79633	0.00000	0.44659	0.00000
82	2.79633	0.00000	0.44659	0.00000
83	2.79633	0.56391	0.44659	-0.24879
84	2.79633	0.00000	0.44659	0.00000
85	2.79633	0.56391	0.44659	-0.24879
86	2.54171	0.00000	0.40513	0.00000
87	2.47805	0.00000	0.39411	0.00000
88	2.47805	0.00000	0.39411	0.00000
89	2.47805	0.00000	0.39411	0.00000
90	2.47805	0.00000	0.39411	0.00000
91	2.47805	0.00000	0.39411	0.00000
92	1.26622	0.00000	0.10251	0.00000
93	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
94	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000

95	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
96	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
97	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
98	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
99	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
100	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
101	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
102	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
103	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
104	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
105	0.61369	0.56391	-0.21205	-0.24879
106	0.61369	0.56391	-0.21205	-0.24879
107	0.61369	0.56391	-0.21205	-0.24879
108	0.61369	0.56391	-0.21205	-0.24879
109	0.61369	0.56391	-0.21205	-0.24879
110	0.61369	0.56391	-0.21205	-0.24879
111	0.61369	0.56391	-0.21205	-0.24879
112	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
113	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
114	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
115	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
116	0.61369	0.00000	-0.21205	0.00000
117	0.85261	0.00000	-0.06925	0.00000
118	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
119	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
120	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
121	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
122	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
123	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
124	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
125	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
126	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
127	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
128	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
129	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
130	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
131	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
132	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
133	0.90624	0.00000	-0.04276	0.00000
134	1.50395	0.00000	0.17723	0.00000
135	1.50395	0.00000	0.17723	0.00000
136	1.50395	0.00000	0.17723	0.00000
137	1.50395	0.00000	0.17723	0.00000
138	1.50395	0.00000	0.17723	0.00000



139	1.50395	2.81955	0.17723	0.45018
140	1.50395	1.50376	0.17723	0.17718
141	1.50395	1.50376	0.17723	0.17718
142	1.50395	0.00000	0.17723	0.00000
143	1.50395	0.00000	0.17723	0.00000
144	0.89629	0.00000	-0.04755	0.00000
145	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
146	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
147	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
148	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
149	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
150	0.80281	1.50376	-0.09539	0.17718
151	0.80281	1.50376	-0.09539	0.17718
152	0.80281	2.81955	-0.09539	0.45018
153	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
154	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
155	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
156	0.80281	2.81955	-0.09539	0.45018
157	0.80281	1.50376	-0.09539	0.17718
158	0.80281	1.50376	-0.09539	0.17718
159	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
160	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
161	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000
162	0.80281	0.00000	-0.09539	0.00000

## D.2.2 Grafik Analisis Regresi



### D.2.3 Nilai parameter redaman k dan $\alpha$

Berdasarkan grafik regresi yang dibuat menggunakan aplikasi excel maupun menggunakan perhitungan secara manual dengan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai k dan  $\alpha$  dihasilkan sama, yaitu :

$$k = 1.48765$$

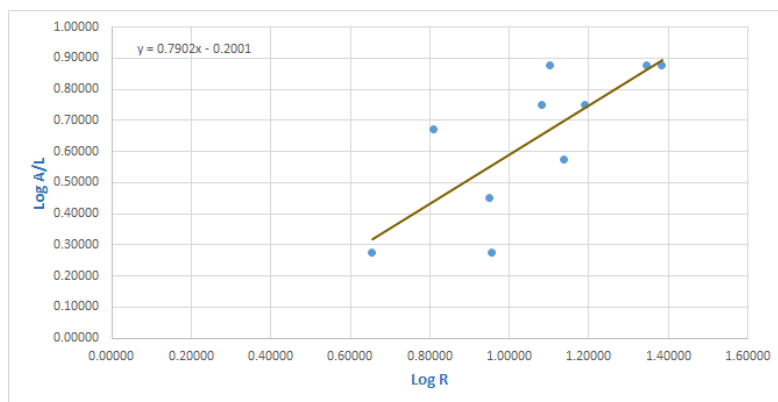
$$\alpha = -0.2585$$

## D.3 Regresi untuk *event* Hujan 29 Maret 2018

### D.3.1 Tabel Regresi

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	4.50761	1.87970	0.65395	0.27409
2	6.43944	4.69925	0.80885	0.67203
3	9.05546	1.87970	0.95691	0.27409
4	13.68592	3.75940	1.13627	0.57512
5	12.03158	5.63910	1.08032	0.75121
6	12.61493	7.51880	1.10088	0.87615
7	22.09238	7.51880	1.34424	0.87615
8	24.17431	7.51880	1.38335	0.87615
9	15.46329	5.63910	1.18930	0.75121
10	8.87767	2.81955	0.94830	0.45018

### D.3.2 Grafik Analisis Regresi



### D.3.3 Nilai parameter redaman $k$ dan $\alpha$

Berdasarkan grafik regresi yang dibuat menggunakan aplikasi excel maupun menggunakan perhitungan secara manual dengan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai  $k$  dan  $\alpha$  dihasilkan sama, yaitu :

$$k = 0.63076$$

$$\alpha = 0.79018$$

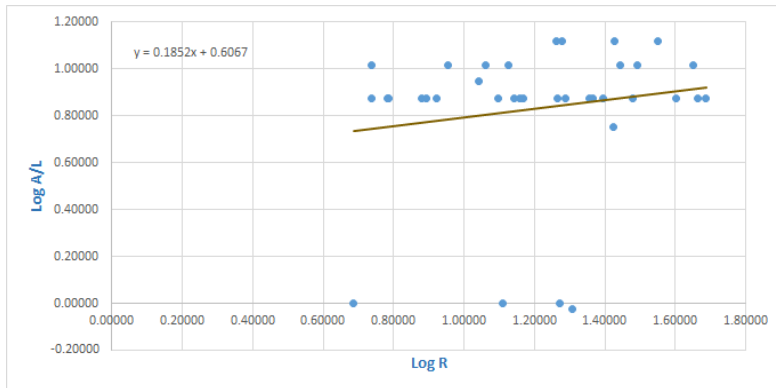
## D.4 Regresi untuk *event* Hujan 30 Maret 2018 – Siang

### D.4.1 Tabel Regresi

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	4.86383	0.00000	0.68698	0.00000
2	12.91617	0.00000	1.11113	0.00000
3	5.44286	7.51880	0.73583	0.87615
4	5.44286	10.33835	0.73583	1.01445
5	13.31617	10.33835	1.12438	1.01445
6	18.66061	0.00000	1.27093	0.00000
7	20.28472	0.93985	1.30717	-0.02694
8	26.54266	5.63910	1.42394	0.75121
9	22.68508	7.51880	1.35574	0.87615
10	30.07895	7.51880	1.47826	0.87615
11	46.00876	7.51880	1.66284	0.87615
12	40.04109	7.51880	1.60251	0.87615
13	48.66105	7.51880	1.68718	0.87615
14	44.64242	10.33835	1.64975	1.01445
15	31.13974	10.33835	1.49331	1.01445
16	35.40070	13.15789	1.54901	1.11919
17	18.32855	13.15789	1.26313	1.11919
18	19.02148	13.15789	1.27924	1.11919
19	26.74874	13.15789	1.42730	1.11919
20	27.78140	10.33835	1.44375	1.01445
21	11.48053	10.33835	1.05996	1.01445
22	9.01030	10.33835	0.95474	1.01445
23	7.55702	7.51880	0.87835	0.87615
24	14.69421	7.51880	1.16715	0.87615
25	24.78128	7.51880	1.39412	0.87615
26	23.18825	7.51880	1.36527	0.87615
27	19.40560	7.51880	1.28793	0.87615
28	18.38476	7.51880	1.26446	0.87615
29	13.88323	7.51880	1.14249	0.87615

30	12.46982	7.51880	1.09586	0.87615
31	11.01687	8.83459	1.04206	0.94619
32	14.39771	7.51880	1.15829	0.87615
33	8.37363	7.51880	0.92291	0.87615
34	7.81538	7.51880	0.89295	0.87615
35	6.11429	7.51880	0.78635	0.87615
36	6.05563	7.51880	0.78216	0.87615

#### D.4.2 Grafik Analisis Regresi



#### D.4.3 Nilai parameter redaman k dan $\alpha$

Berdasarkan grafik regresi yang dibuat menggunakan aplikasi excel maupun menggunakan perhitungan secara manual dengan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai k dan  $\alpha$  dihasilkan sama, yaitu :

$$k = 4.04297$$

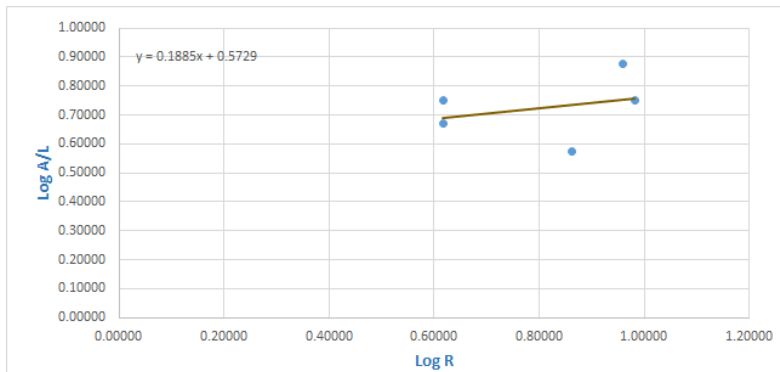
$$\alpha = 0.1852$$

## D.5 Regresi untuk *event* Hujan 30 Maret 2018 – Sore

### D.5.1 Tabel Regresi

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	9.59556	5.63910	0.98207	0.75121
2	9.09241	7.51880	0.95868	0.87615
3	4.13756	5.63910	0.61674	0.75121
4	4.13756	4.69925	0.61674	0.67203
5	7.28043	3.75940	0.86216	0.57512

### D.5.2 Grafik Analisis Regresi



### D.5.3 Nilai parameter redaman $k$ dan $\alpha$

Berdasarkan grafik regresi yang dibuat menggunakan aplikasi excel maupun menggunakan perhitungan secara manual dengan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai  $k$  dan  $\alpha$  dihasilkan sama, yaitu :

$$k = 3.74024$$

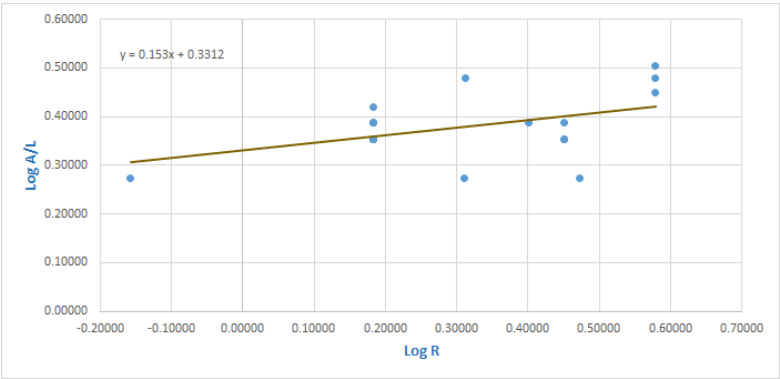
$$\alpha = 0.1885$$

D.6 Regresi untuk *event* Hujan 30 Maret 2018 – Malam

D.6.1 Tabel Regresi

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	2.97212	1.87970	0.47307	0.27409
2	3.79419	2.81955	0.57912	0.45018
3	3.79419	3.00752	0.57912	0.47821
4	3.79419	3.19549	0.57912	0.50454
5	2.05371	3.00752	0.31254	0.47821
6	1.52400	2.44361	0.18298	0.38803
7	1.52400	2.25564	0.18298	0.35327
8	1.52400	2.44361	0.18298	0.38803
9	1.52400	2.63158	0.18298	0.42022
10	1.52400	2.44361	0.18298	0.38803
11	1.52400	2.25564	0.18298	0.35327
12	1.52400	2.44361	0.18298	0.38803
13	1.52400	2.25564	0.18298	0.35327
14	1.52400	2.25564	0.18298	0.35327
15	2.51930	2.44361	0.40128	0.38803
16	2.82222	2.25564	0.45059	0.35327
17	2.82222	2.44361	0.45059	0.38803
18	2.82222	2.25564	0.45059	0.35327
19	2.82222	2.25564	0.45059	0.35327
20	2.04296	1.87970	0.31026	0.27409
21	0.69695	1.87970	-0.15680	0.27409

D.6.2 Grafik Analisis Regresi



### D.7.1 Nilai parameter redaman k dan $\alpha$

Berdasarkan grafik regresi yang dibuat menggunakan aplikasi excel maupun menggunakan perhitungan secara manual dengan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai k dan  $\alpha$  dihasilkan sama, yaitu :

$$k = 2.14388$$

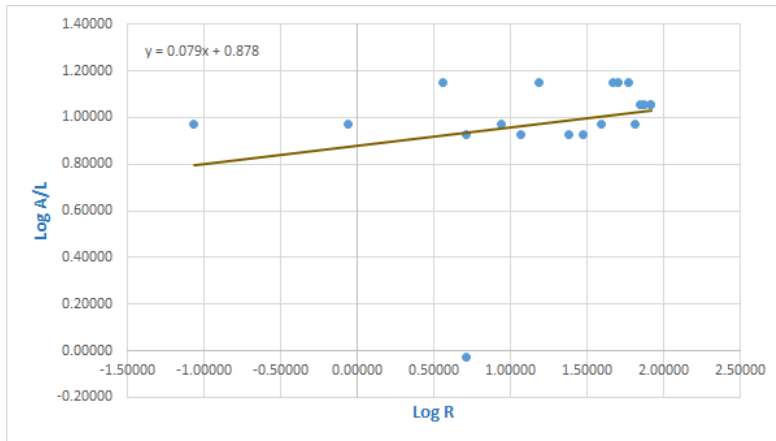
$$\alpha = 0.15300$$

## D.7 Regresi untuk *event* Hujan 01 April 2018

### D.7.1 Tabel Regresi

No.	R	A/L	Log R	Log A/L
1	3.59833	14.09774	0.55610	1.14915
2	15.45167	14.09774	1.18898	1.14915
3	47.07467	14.09774	1.67279	1.14915
4	50.90583	14.09774	1.70677	1.14915
5	59.34808	14.09774	1.77341	1.14915
6	71.19105	11.27820	1.85243	1.05224
7	83.12727	11.27820	1.91974	1.05224
8	81.74182	11.27820	1.91244	1.05224
9	74.93000	11.27820	1.87466	1.05224
10	64.91844	9.39850	1.81237	0.97306
11	39.64531	9.39850	1.59819	0.97306
12	0.87923	9.39850	-0.05590	0.97306
13	8.79231	9.39850	0.94410	0.97306
14	11.77735	8.45865	1.07105	0.92730
15	24.27111	8.45865	1.38509	0.92730
16	29.77563	8.45865	1.47386	0.92730
17	0.08562	9.39850	-1.06742	0.97306
18	5.13708	0.93985	0.71072	-0.02694
19	5.13708	8.45865	0.71072	0.92730

### D.7.2 Grafik Analisis Regresi



### D.7.3 Nilai parameter redaman k dan $\alpha$

Berdasarkan grafik regresi yang dibuat menggunakan aplikasi excel maupun menggunakan perhitungan secara manual dengan persamaan (2-19) dan (2-20), nilai k dan  $\alpha$  dihasilkan sama, yaitu :

$$k = 7.55092$$

$$\alpha = 0.0790$$



# LAMPIRAN E

## REDAMAN HUJAN SST DAN HASIL PENGUKURAN (PER *EVENT* HUJAN)

### E.1 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk event Hujan 07 Maret 2018

#### E.1.1 Tabel Nilai Redaman Hujan SST dan hasil Pengukuran

No.	Waktu	k dan $\alpha$ dari ITU koreksi		k dan $\alpha$ dari Regresi		Am (dB) Pengukuran
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST}$ (dB)	
1	17:01:00	0.09998	0.27696	4.17024	0.22186	0.18000
2	17:02:00	0.28713	0.28692	4.09346	0.21777	0.19000
3	17:03:00	0.28713	0.28692	4.09346	0.21777	0.20000
4	17:04:00	0.66097	0.30681	4.03379	0.21460	0.18000
5	17:05:00	0.06218	0.27495	4.20527	0.22372	0.63000
6	17:06:00	0.53862	0.30030	4.04836	0.21537	0.70000
7	17:07:00	0.42159	0.29407	4.06586	0.21630	0.40000
8	17:08:00	0.38253	0.29200	4.07283	0.21667	0.40000
9	17:09:00	0.24159	0.28450	4.10593	0.21844	0.40000
10	17:10:00	0.24159	0.28450	4.10593	0.21844	0.55000
11	17:11:00	0.29017	0.28708	4.09270	0.21773	0.20000
12	17:12:00	0.43612	0.29485	4.06344	0.21617	0.40000
13	17:13:00	0.37722	0.29171	4.07384	0.21673	0.40000
14	17:14:00	0.34778	0.29015	4.07967	0.21704	0.27000
15	17:15:00	0.22603	0.28367	4.11075	0.21869	0.17000
16	17:16:00	0.16972	0.28067	4.13155	0.21980	0.30000
17	17:17:00	0.16972	0.28067	4.13155	0.21980	0.20000
18	17:18:00	0.16972	0.28067	4.13155	0.21980	0.45000
19	17:19:00	0.09010	0.27644	4.17789	0.22226	0.20000
20	17:20:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.10000
21	17:21:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.20000
22	17:22:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.30000
23	17:23:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.40000
24	17:24:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.65000
25	17:25:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.75000
26	17:26:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.80000
27	17:27:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.30000
28	17:28:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.30000
29	17:29:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.30000
30	17:30:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.40000
31	17:31:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.40000

32	17:32:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.40000
33	17:33:00	0.04415	0.27399	4.23071	0.22507	0.20000
34	17:34:00	0.16430	0.28039	4.13391	0.21992	0.30000
35	17:35:00	0.56730	0.30183	4.04466	0.21518	0.30000
36	17:36:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.20000
37	17:37:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.20000
38	17:38:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
39	17:39:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.55000
40	17:40:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.30000
41	17:41:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.20000
42	17:42:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.30000
43	17:43:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
44	17:44:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
45	17:45:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.00000
46	17:46:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.30000
47	17:47:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.10000
48	17:48:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.30000
49	17:49:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.10000
50	17:50:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.10000
51	17:51:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
52	17:52:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.10000
53	17:53:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.30000
54	17:54:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.10000
55	17:55:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.30000
56	17:56:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.20000
57	17:57:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
58	17:58:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
59	17:59:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
60	18:00:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
61	18:01:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
62	18:02:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.55000
63	18:03:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
64	18:04:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
65	18:05:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
66	18:06:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
67	18:07:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
68	18:08:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
69	18:09:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
70	18:10:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
71	18:11:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
72	18:12:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
73	18:13:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
74	18:14:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
75	18:15:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000

76	18:16:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
77	18:17:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
78	18:18:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
79	18:19:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
80	18:20:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.40000
81	18:21:00	0.01447	0.27242	4.31469	0.22954	0.30000
82	18:22:00	0.02072	0.27275	4.28747	0.22809	0.00000
83	18:23:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
84	18:24:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
85	18:25:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
86	18:26:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
87	18:27:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
88	18:28:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
89	18:29:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
90	18:30:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
91	18:31:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
92	18:32:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
93	18:33:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
94	18:34:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
95	18:35:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
96	18:36:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
97	18:37:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
98	18:38:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
99	18:39:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
100	18:40:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.00000
101	18:41:00	0.03424	0.27347	4.24969	0.22608	0.10000
102	18:42:00	0.04352	0.27396	4.23178	0.22513	0.10000
103	18:43:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.10000
104	18:44:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.10000
105	18:45:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.00000
106	18:46:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.20000
107	18:47:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.30000
108	18:48:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.40000
109	18:49:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.40000
110	18:50:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.40000
111	18:51:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.40000
112	18:52:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.20000
113	18:53:00	0.05746	0.27470	4.21113	0.22403	0.40000
114	18:54:00	0.06115	0.27490	4.20651	0.22379	0.30000
115	18:55:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.30000
116	18:56:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.40000
117	18:57:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.40000
118	18:58:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.20000
119	18:59:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.30000

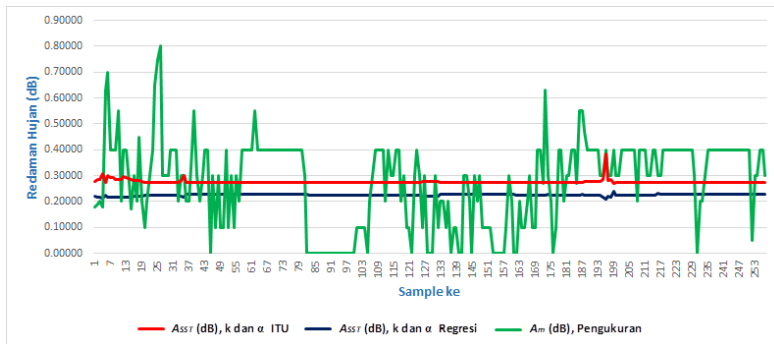
120	19:00:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.10000
121	19:01:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.10000
122	19:02:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.00000
123	19:03:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.30000
124	19:04:00	0.06485	0.27510	4.20216	0.22355	0.40000
125	19:05:00	0.07130	0.27544	4.19515	0.22318	0.30000
126	19:06:00	0.08563	0.27620	4.18163	0.22246	0.10000
127	19:07:00	0.08563	0.27620	4.18163	0.22246	0.30000
128	19:08:00	0.08563	0.27620	4.18163	0.22246	0.00000
129	19:09:00	0.08563	0.27620	4.18163	0.22246	0.00000
130	19:10:00	0.08563	0.27620	4.18163	0.22246	0.00000
131	19:11:00	0.08563	0.27620	4.18163	0.22246	0.30000
132	19:12:00	0.08563	0.27620	4.18163	0.22246	0.10000
133	19:13:00	0.01776	0.27259	4.29911	0.22871	0.20000
134	19:14:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.20000
135	19:15:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
136	19:16:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.20000
137	19:17:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
138	19:18:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
139	19:19:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
140	19:20:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
141	19:21:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
142	19:22:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.30000
143	19:23:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.30000
144	19:24:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.20000
145	19:25:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
146	19:26:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.30000
147	19:27:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.20000
148	19:28:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.30000
149	19:29:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
150	19:30:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
151	19:31:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
152	19:32:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
153	19:33:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
154	19:34:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
155	19:35:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
156	19:36:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
157	19:37:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.00000
158	19:38:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.10000
159	19:39:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.30000
160	19:40:00	0.02426	0.27294	4.27557	0.22746	0.20000
161	19:41:00	0.02292	0.27287	4.27984	0.22769	0.00000
162	19:42:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.00000
163	19:43:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.20000

164	19:44:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.10000
165	19:45:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.10000
166	19:46:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.20000
167	19:47:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.30000
168	19:48:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.10000
169	19:49:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.10000
170	19:50:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.40000
171	19:51:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.40000
172	19:52:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.27000
173	19:53:00	0.05312	0.27447	4.21695	0.22434	0.63000
174	19:54:00	0.02254	0.27285	4.28110	0.22775	0.30000
175	19:55:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.20000
176	19:56:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.00000
177	19:57:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.10000
178	19:58:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.40000
179	19:59:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.40000
180	20:00:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.20000
181	20:01:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.30000
182	20:02:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.30000
183	20:03:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.40000
184	20:04:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.40000
185	20:05:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.27000
186	20:06:00	0.05224	0.27442	4.21820	0.22441	0.55000
187	20:07:00	0.02522	0.27299	4.27264	0.22730	0.55000
188	20:08:00	0.08457	0.27614	4.18255	0.22251	0.47000
189	20:09:00	0.08457	0.27614	4.18255	0.22251	0.40000
190	20:10:00	0.08457	0.27614	4.18255	0.22251	0.40000
191	20:11:00	0.08457	0.27614	4.18255	0.22251	0.40000
192	20:12:00	0.08457	0.27614	4.18255	0.22251	0.40000
193	20:13:00	0.08457	0.27614	4.18255	0.22251	0.40000
194	20:14:00	0.08457	0.27614	4.18255	0.22251	0.30000
195	20:15:00	0.23964	0.28439	4.10652	0.21847	0.30000
196	20:16:00	2.11733	0.38429	3.95191	0.21024	0.40000
197	20:17:00	0.15267	0.27977	4.13926	0.22021	0.30000
198	20:18:00	0.28713	0.28692	4.09346	0.21777	0.30000
199	20:19:00	0.00138	0.27172	4.49716	0.23925	0.40000
200	20:20:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.30000
201	20:21:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.30000
202	20:22:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
203	20:23:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
204	20:24:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
205	20:25:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
206	20:26:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
207	20:27:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000

208	20:28:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.20000
209	20:29:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
210	20:30:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
211	20:31:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
212	20:32:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.30000
213	20:33:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.30000
214	20:34:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
215	20:35:00	0.04201	0.27388	4.23441	0.22527	0.40000
216	20:36:00	0.00856	0.27210	4.35476	0.23167	0.30000
217	20:37:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.30000
218	20:38:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
219	20:39:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
220	20:40:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
221	20:41:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
222	20:42:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
223	20:43:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
224	20:44:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
225	20:45:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
226	20:46:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
227	20:47:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
228	20:48:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
229	20:49:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
230	20:50:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.30000
231	20:51:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.00000
232	20:52:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.20000
233	20:53:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.20000
234	20:54:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.30000
235	20:55:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
236	20:56:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
237	20:57:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
238	20:58:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
239	20:59:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
240	21:00:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
241	21:01:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
242	21:02:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
243	21:03:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
244	21:04:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
245	21:05:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
246	21:06:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
247	21:07:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
248	21:08:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
249	21:09:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
250	21:10:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
251	21:11:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000

252	21:12:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.05000
253	21:13:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.30000
254	21:14:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.30000
255	21:15:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
256	21:16:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.40000
257	21:17:00	0.01319	0.27235	4.32168	0.22991	0.30000

### E.1.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST dan Hasil Pengukuran



### E.1.3 SSE dari Perbandingan Nilai Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.18000	0.00940	0.00175
2	0.19000	0.00939	0.00077
3	0.20000	0.00756	0.00032
4	0.18000	0.01608	0.00120
5	0.63000	0.12606	0.16506
6	0.70000	0.15976	0.23486
7	0.40000	0.01122	0.03374
8	0.40000	0.01166	0.03361
9	0.40000	0.01334	0.03297
10	0.55000	0.07049	0.10994
11	0.20000	0.00758	0.00031

12	0.40000	0.01106	0.03379
13	0.40000	0.01173	0.03359
14	0.27000	0.00041	0.00280
15	0.17000	0.01292	0.00237
16	0.30000	0.00037	0.00643
17	0.20000	0.00651	0.00039
18	0.45000	0.02867	0.05299
19	0.20000	0.00584	0.00050
20	0.10000	0.03027	0.01564
21	0.20000	0.00548	0.00063
22	0.30000	0.00068	0.00561
23	0.40000	0.01588	0.03060
24	0.65000	0.14138	0.18056
25	0.75000	0.22658	0.27555
26	0.80000	0.27668	0.33054
27	0.30000	0.00068	0.00561
28	0.30000	0.00068	0.00561
29	0.30000	0.00068	0.00561
30	0.40000	0.01588	0.03060
31	0.40000	0.01588	0.03060
32	0.40000	0.01588	0.03060
33	0.20000	0.00548	0.00063
34	0.30000	0.00038	0.00641
35	0.30000	0.00000	0.00720
36	0.20000	0.00524	0.00087
37	0.20000	0.00524	0.00087
38	0.40000	0.01628	0.02906
39	0.55000	0.07705	0.10269
40	0.30000	0.00076	0.00496
41	0.20000	0.00524	0.00087
42	0.30000	0.00076	0.00496
43	0.40000	0.01628	0.02906
44	0.40000	0.01628	0.02906
45	0.00000	0.07421	0.05269
46	0.30000	0.00076	0.00496
47	0.10000	0.02973	0.01678
48	0.30000	0.00076	0.00496
49	0.10000	0.02973	0.01678
50	0.10000	0.02973	0.01678
51	0.40000	0.01628	0.02906
52	0.10000	0.02973	0.01678
53	0.30000	0.00076	0.00496
54	0.10000	0.02973	0.01678
55	0.30000	0.00076	0.00496



56	0.20000	0.00524	0.00087
57	0.40000	0.01628	0.02906
58	0.40000	0.01628	0.02906
59	0.40000	0.01628	0.02906
60	0.40000	0.01628	0.02906
61	0.40000	0.01628	0.02906
62	0.55000	0.07705	0.10269
63	0.40000	0.01628	0.02906
64	0.40000	0.01628	0.02906
65	0.40000	0.01628	0.02906
66	0.40000	0.01628	0.02906
67	0.40000	0.01628	0.02906
68	0.40000	0.01628	0.02906
69	0.40000	0.01628	0.02906
70	0.40000	0.01628	0.02906
71	0.40000	0.01628	0.02906
72	0.40000	0.01628	0.02906
73	0.40000	0.01628	0.02906
74	0.40000	0.01628	0.02906
75	0.40000	0.01628	0.02906
76	0.40000	0.01628	0.02906
77	0.40000	0.01628	0.02906
78	0.40000	0.01628	0.02906
79	0.40000	0.01628	0.02906
80	0.40000	0.01628	0.02906
81	0.30000	0.00076	0.00496
82	0.00000	0.07439	0.05203
83	0.00000	0.07478	0.05111
84	0.00000	0.07478	0.05111
85	0.00000	0.07478	0.05111
86	0.00000	0.07478	0.05111
87	0.00000	0.07478	0.05111
88	0.00000	0.07478	0.05111
89	0.00000	0.07478	0.05111
90	0.00000	0.07478	0.05111
91	0.00000	0.07478	0.05111
92	0.00000	0.07478	0.05111
93	0.00000	0.07478	0.05111
94	0.00000	0.07478	0.05111
95	0.00000	0.07478	0.05111
96	0.00000	0.07478	0.05111
97	0.00000	0.07478	0.05111
98	0.00000	0.07478	0.05111
99	0.00000	0.07478	0.05111

100	0.00000	0.07478	0.05111
101	0.10000	0.03009	0.01590
102	0.10000	0.03026	0.01566
103	0.10000	0.03052	0.01538
104	0.10000	0.03052	0.01538
105	0.00000	0.07546	0.05019
106	0.20000	0.00558	0.00058
107	0.30000	0.00064	0.00577
108	0.40000	0.01570	0.03096
109	0.40000	0.01570	0.03096
110	0.40000	0.01570	0.03096
111	0.40000	0.01570	0.03096
112	0.20000	0.00558	0.00058
113	0.40000	0.01570	0.03096
114	0.30000	0.00063	0.00581
115	0.30000	0.00062	0.00584
116	0.40000	0.01560	0.03113
117	0.40000	0.01560	0.03113
118	0.20000	0.00564	0.00055
119	0.30000	0.00062	0.00584
120	0.10000	0.03066	0.01527
121	0.10000	0.03066	0.01527
122	0.00000	0.07568	0.04998
123	0.30000	0.00062	0.00584
124	0.40000	0.01560	0.03113
125	0.30000	0.00060	0.00590
126	0.10000	0.03105	0.01500
127	0.30000	0.00057	0.00601
128	0.00000	0.07629	0.04949
129	0.00000	0.07629	0.04949
130	0.00000	0.07629	0.04949
131	0.30000	0.00057	0.00601
132	0.10000	0.03105	0.01500
133	0.20000	0.00527	0.00082
134	0.20000	0.00532	0.00075
135	0.10000	0.02991	0.01625
136	0.20000	0.00532	0.00075
137	0.00000	0.07449	0.05174
138	0.10000	0.02991	0.01625
139	0.10000	0.02991	0.01625
140	0.00000	0.07449	0.05174
141	0.00000	0.07449	0.05174
142	0.30000	0.00073	0.00526
143	0.30000	0.00073	0.00526

144	0.20000	0.00532	0.00075
145	0.00000	0.07449	0.05174
146	0.30000	0.00073	0.00526
147	0.20000	0.00532	0.00075
148	0.30000	0.00073	0.00526
149	0.10000	0.02991	0.01625
150	0.10000	0.02991	0.01625
151	0.10000	0.02991	0.01625
152	0.10000	0.02991	0.01625
153	0.00000	0.07449	0.05174
154	0.00000	0.07449	0.05174
155	0.00000	0.07449	0.05174
156	0.00000	0.07449	0.05174
157	0.00000	0.07449	0.05174
158	0.10000	0.02991	0.01625
159	0.30000	0.00073	0.00526
160	0.20000	0.00532	0.00075
161	0.00000	0.07446	0.05184
162	0.00000	0.07533	0.05033
163	0.20000	0.00555	0.00059
164	0.10000	0.03044	0.01546
165	0.10000	0.03044	0.01546
166	0.20000	0.00555	0.00059
167	0.30000	0.00065	0.00572
168	0.10000	0.03044	0.01546
169	0.10000	0.03044	0.01546
170	0.40000	0.01576	0.03086
171	0.40000	0.01576	0.03086
172	0.27000	0.00002	0.00208
173	0.63000	0.12640	0.16456
174	0.30000	0.00074	0.00522
175	0.20000	0.00554	0.00060
176	0.00000	0.07531	0.05036
177	0.10000	0.03042	0.01548
178	0.40000	0.01577	0.03083
179	0.40000	0.01577	0.03083
180	0.20000	0.00554	0.00060
181	0.30000	0.00065	0.00571
182	0.30000	0.00065	0.00571
183	0.40000	0.01577	0.03083
184	0.40000	0.01577	0.03083
185	0.27000	0.00002	0.00208
186	0.55000	0.07594	0.10601
187	0.55000	0.07674	0.10413

188	0.47000	0.03758	0.06125
189	0.40000	0.01534	0.03150
190	0.40000	0.01534	0.03150
191	0.40000	0.01534	0.03150
192	0.40000	0.01534	0.03150
193	0.40000	0.01534	0.03150
194	0.30000	0.00057	0.00600
195	0.30000	0.00024	0.00665
196	0.40000	0.00025	0.03601
197	0.30000	0.00041	0.00637
198	0.30000	0.00017	0.00676
199	0.40000	0.01646	0.02584
200	0.30000	0.00068	0.00558
201	0.30000	0.00068	0.00558
202	0.40000	0.01591	0.03053
203	0.40000	0.01591	0.03053
204	0.40000	0.01591	0.03053
205	0.40000	0.01591	0.03053
206	0.40000	0.01591	0.03053
207	0.40000	0.01591	0.03053
208	0.20000	0.00546	0.00064
209	0.40000	0.01591	0.03053
210	0.40000	0.01591	0.03053
211	0.40000	0.01591	0.03053
212	0.30000	0.00068	0.00558
213	0.30000	0.00068	0.00558
214	0.40000	0.01591	0.03053
215	0.40000	0.01591	0.03053
216	0.30000	0.00078	0.00467
217	0.30000	0.00076	0.00491
218	0.40000	0.01630	0.02893
219	0.40000	0.01630	0.02893
220	0.40000	0.01630	0.02893
221	0.40000	0.01630	0.02893
222	0.40000	0.01630	0.02893
223	0.40000	0.01630	0.02893
224	0.40000	0.01630	0.02893
225	0.40000	0.01630	0.02893
226	0.40000	0.01630	0.02893
227	0.40000	0.01630	0.02893
228	0.40000	0.01630	0.02893
229	0.40000	0.01630	0.02893
230	0.30000	0.00076	0.00491
231	0.00000	0.07417	0.05286

232	0.20000	0.00523	0.00089
233	0.20000	0.00523	0.00089
234	0.30000	0.00076	0.00491
235	0.40000	0.01630	0.02893
236	0.40000	0.01630	0.02893
237	0.40000	0.01630	0.02893
238	0.40000	0.01630	0.02893
239	0.40000	0.01630	0.02893
240	0.40000	0.01630	0.02893
241	0.40000	0.01630	0.02893
242	0.40000	0.01630	0.02893
243	0.40000	0.01630	0.02893
244	0.40000	0.01630	0.02893
245	0.40000	0.01630	0.02893
246	0.40000	0.01630	0.02893
247	0.40000	0.01630	0.02893
248	0.40000	0.01630	0.02893
249	0.40000	0.01630	0.02893
250	0.40000	0.01630	0.02893
251	0.40000	0.01630	0.02893
252	0.05000	0.04944	0.03237
253	0.30000	0.00076	0.00491
254	0.30000	0.00076	0.00491
255	0.40000	0.01630	0.02893
256	0.40000	0.01630	0.02893
257	0.30000	0.00076	0.00491
<b>SSE</b>		<b>6.98879</b>	<b>7.64288</b>

Nilai SSE terkecil adalah 6.98879, hasil dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  dihitung dengan referensi ITU-R P.838-3 ditambah factor koreksi.

## E.2 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk event Hujan 08 Maret 2018

### E.2.1 Tabel Nilai Redaman Hujan SST dan hasil Pengukuran

No.	Waktu	k dan $\alpha$ referensi ITU		k dan $\alpha$ dari Regresi		Am (dB) Pengukuran
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} \text{ (dB)}$	
1	17:37:00	0.29435	0.08210	0.91667	0.04877	0.03000
2	17:38:00	0.48216	0.09209	0.80737	0.04295	0.08000

3	17:39:00	1.51102	0.14683	0.60182	0.03202	0.08000
4	17:40:00	0.01597	0.06729	1.93986	0.10320	0.15000
5	17:41:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.00000
6	17:42:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.00000
7	17:43:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.00000
8	17:44:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
9	17:45:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.15000
10	17:46:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.40000
11	17:47:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
12	17:48:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
13	17:49:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
14	17:50:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.40000
15	17:51:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
16	17:52:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.40000
17	17:53:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.40000
18	17:54:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.08000
19	17:55:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.33000
20	17:56:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.25000
21	17:57:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.25000
22	17:58:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
23	17:59:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.40000
24	18:00:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.50000
25	18:01:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
26	18:02:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.30000
27	18:03:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.30000
28	18:04:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.50000
29	18:05:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.50000
30	18:06:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.40000
31	18:07:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
32	18:08:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
33	18:09:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
34	18:10:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.30000
35	18:11:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.23000
36	18:12:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.00000
37	18:13:00	0.01957	0.06748	1.84092	0.09794	0.15000
38	18:14:00	0.71176	0.10431	0.73041	0.03886	0.00000
39	18:15:00	0.00578	0.06675	2.51954	0.13404	0.00000
40	18:16:00	0.35375	0.08526	0.87432	0.04651	0.00000
41	18:17:00	0.35864	0.08552	0.87124	0.04635	0.00000
42	18:18:00	0.42708	0.08916	0.83297	0.04431	0.00000
43	18:19:00	0.45967	0.09090	0.81736	0.04348	0.00000
44	18:20:00	0.48617	0.09231	0.80566	0.04286	0.00000
45	18:21:00	0.29968	0.08239	0.91244	0.04854	0.00000
46	18:22:00	0.29968	0.08239	0.91244	0.04854	0.00000

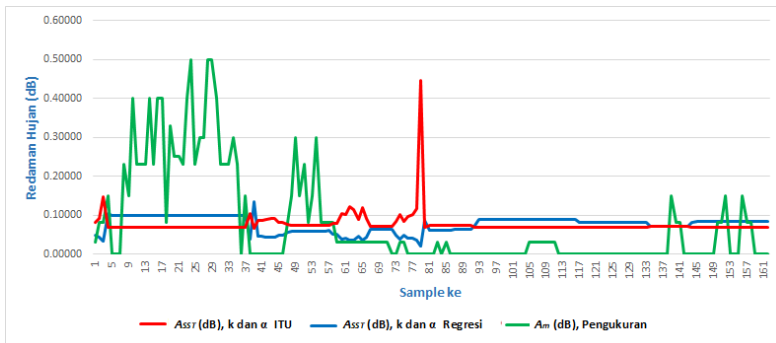
47	18:23:00	0.17480	0.07574	1.04816	0.05576	0.08000
48	18:24:00	0.13687	0.07372	1.11624	0.05938	0.15000
49	18:25:00	0.13687	0.07372	1.11624	0.05938	0.30000
50	18:26:00	0.13687	0.07372	1.11624	0.05938	0.15000
51	18:27:00	0.13687	0.07372	1.11624	0.05938	0.23000
52	18:28:00	0.13518	0.07363	1.11980	0.05957	0.08000
53	18:29:00	0.13462	0.07360	1.12100	0.05964	0.15000
54	18:30:00	0.13462	0.07360	1.12100	0.05964	0.30000
55	18:31:00	0.13462	0.07360	1.12100	0.05964	0.08000
56	18:32:00	0.13462	0.07360	1.12100	0.05964	0.08000
57	18:33:00	0.13275	0.07351	1.12504	0.05985	0.08000
58	18:34:00	0.22818	0.07858	0.97872	0.05207	0.08000
59	18:35:00	0.22818	0.07858	0.97872	0.05207	0.03000
60	18:36:00	0.71878	0.10468	0.72857	0.03876	0.03000
61	18:37:00	0.66768	0.10196	0.74252	0.03950	0.03000
62	18:38:00	1.02435	0.12094	0.66511	0.03538	0.03000
63	18:39:00	0.87309	0.11289	0.69301	0.03687	0.03000
64	18:40:00	0.40653	0.08807	0.84360	0.04488	0.03000
65	18:41:00	0.96811	0.11795	0.67484	0.03590	0.03000
66	18:42:00	0.45801	0.09081	0.81812	0.04352	0.03000
67	18:43:00	0.09817	0.07166	1.21587	0.06468	0.03000
68	18:44:00	0.09817	0.07166	1.21587	0.06468	0.03000
69	18:45:00	0.09817	0.07166	1.21587	0.06468	0.03000
70	18:46:00	0.09817	0.07166	1.21587	0.06468	0.03000
71	18:47:00	0.09817	0.07166	1.21587	0.06468	0.03000
72	18:48:00	0.09817	0.07166	1.21587	0.06468	0.00000
73	18:49:00	0.31372	0.08313	0.90176	0.04797	0.00000
74	18:50:00	0.68154	0.10270	0.73861	0.03929	0.03000
75	18:51:00	0.31337	0.08311	0.90202	0.04799	0.03000
76	18:52:00	0.54841	0.09562	0.78107	0.04155	0.00000
77	18:53:00	0.64640	0.10083	0.74873	0.03983	0.00000
78	18:54:00	0.92967	0.11590	0.68191	0.03628	0.00000
79	18:55:00	7.11656	0.44504	0.40396	0.02149	0.00000
80	18:56:00	0.03127	0.06811	1.63189	0.08682	0.00000
81	18:57:00	0.12594	0.07314	1.14040	0.06067	0.00000
82	18:58:00	0.12594	0.07314	1.14040	0.06067	0.00000
83	18:59:00	0.12594	0.07314	1.14040	0.06067	0.03000
84	19:00:00	0.12594	0.07314	1.14040	0.06067	0.00000
85	19:01:00	0.12594	0.07314	1.14040	0.06067	0.03000
86	19:02:00	0.11442	0.07253	1.16889	0.06219	0.00000
87	19:03:00	0.11154	0.07238	1.17658	0.06259	0.00000
88	19:04:00	0.11154	0.07238	1.17658	0.06259	0.00000
89	19:05:00	0.11154	0.07238	1.17658	0.06259	0.00000
90	19:06:00	0.11154	0.07238	1.17658	0.06259	0.00000

91	19:07:00	0.11154	0.07238	1.17658	0.06259	0.00000
92	19:08:00	0.05680	0.06946	1.39959	0.07446	0.00000
93	19:09:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
94	19:10:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
95	19:11:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
96	19:12:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
97	19:13:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
98	19:14:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
99	19:15:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
100	19:16:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
101	19:17:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
102	19:18:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
103	19:19:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
104	19:20:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
105	19:21:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.03000
106	19:22:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.03000
107	19:23:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.03000
108	19:24:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.03000
109	19:25:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.03000
110	19:26:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.03000
111	19:27:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.03000
112	19:28:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
113	19:29:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
114	19:30:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
115	19:31:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
116	19:32:00	0.02743	0.06790	1.68778	0.08979	0.00000
117	19:33:00	0.03818	0.06847	1.55025	0.08247	0.00000
118	19:34:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
119	19:35:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
120	19:36:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
121	19:37:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
122	19:38:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
123	19:39:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
124	19:40:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
125	19:41:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
126	19:42:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
127	19:43:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
128	19:44:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
129	19:45:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
130	19:46:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
131	19:47:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
132	19:48:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
133	19:49:00	0.04059	0.06860	1.52599	0.08118	0.00000
134	19:50:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.00000



135	19:51:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.00000
136	19:52:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.00000
137	19:53:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.00000
138	19:54:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.00000
139	19:55:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.15000
140	19:56:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.08000
141	19:57:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.08000
142	19:58:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.00000
143	19:59:00	0.06753	0.07004	1.33871	0.07122	0.00000
144	20:00:00	0.04014	0.06858	1.53035	0.08141	0.00000
145	20:01:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
146	20:02:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
147	20:03:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
148	20:04:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
149	20:05:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
150	20:06:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.08000
151	20:07:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.08000
152	20:08:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.15000
153	20:09:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
154	20:10:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
155	20:11:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
156	20:12:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.15000
157	20:13:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.08000
158	20:14:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.08000
159	20:15:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
160	20:16:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
161	20:17:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000
162	20:18:00	0.03594	0.06835	1.57455	0.08377	0.00000

## E.2.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST dan Hasil Pengukuran



### E.2.3 SSE dari Perbandingan Nilai Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.03000	0.00271	0.00035
2	0.08000	0.00015	0.00137
3	0.08000	0.00447	0.00230
4	0.15000	0.00684	0.00219
5	0.00000	0.00455	0.00959
6	0.00000	0.00455	0.00959
7	0.00000	0.00455	0.00959
8	0.23000	0.02641	0.01744
9	0.15000	0.00681	0.00271
10	0.40000	0.11057	0.09124
11	0.23000	0.02641	0.01744
12	0.23000	0.02641	0.01744
13	0.23000	0.02641	0.01744
14	0.40000	0.11057	0.09124
15	0.23000	0.02641	0.01744
16	0.40000	0.11057	0.09124
17	0.40000	0.11057	0.09124
18	0.08000	0.00016	0.00032
19	0.33000	0.06891	0.05385
20	0.25000	0.03331	0.02312
21	0.25000	0.03331	0.02312
22	0.23000	0.02641	0.01744
23	0.40000	0.11057	0.09124
24	0.50000	0.18707	0.16165
25	0.23000	0.02641	0.01744
26	0.30000	0.05406	0.04083
27	0.30000	0.05406	0.04083
28	0.50000	0.18707	0.16165
29	0.50000	0.18707	0.16165
30	0.40000	0.11057	0.09124
31	0.23000	0.02641	0.01744
32	0.23000	0.02641	0.01744
33	0.23000	0.02641	0.01744
34	0.30000	0.05406	0.04083

35	0.23000	0.02641	0.01744
36	0.00000	0.00455	0.00959
37	0.15000	0.00681	0.00271
38	0.00000	0.01088	0.00151
39	0.00000	0.00446	0.01797
40	0.00000	0.00727	0.00216
41	0.00000	0.00731	0.00215
42	0.00000	0.00795	0.00196
43	0.00000	0.00826	0.00189
44	0.00000	0.00852	0.00184
45	0.00000	0.00679	0.00236
46	0.00000	0.00679	0.00236
47	0.08000	0.00002	0.00059
48	0.15000	0.00582	0.00821
49	0.30000	0.05120	0.05790
50	0.15000	0.00582	0.00821
51	0.23000	0.02442	0.02911
52	0.08000	0.00004	0.00042
53	0.15000	0.00584	0.00817
54	0.30000	0.05125	0.05777
55	0.08000	0.00004	0.00041
56	0.08000	0.00004	0.00041
57	0.08000	0.00004	0.00041
58	0.08000	0.00000	0.00078
59	0.03000	0.00236	0.00049
60	0.03000	0.00558	0.00008
61	0.03000	0.00518	0.00009
62	0.03000	0.00827	0.00003
63	0.03000	0.00687	0.00005
64	0.03000	0.00337	0.00022
65	0.03000	0.00773	0.00003
66	0.03000	0.00370	0.00018
67	0.03000	0.00174	0.00120
68	0.03000	0.00174	0.00120
69	0.03000	0.00174	0.00120
70	0.03000	0.00174	0.00120
71	0.03000	0.00174	0.00120
72	0.00000	0.00514	0.00418
73	0.00000	0.00691	0.00230
74	0.03000	0.00529	0.00009
75	0.03000	0.00282	0.00032
76	0.00000	0.00914	0.00173
77	0.00000	0.01017	0.00159
78	0.00000	0.01343	0.00132

79	0.00000	0.19806	0.00046
80	0.00000	0.00464	0.00754
81	0.00000	0.00535	0.00368
82	0.00000	0.00535	0.00368
83	0.03000	0.00186	0.00094
84	0.00000	0.00535	0.00368
85	0.03000	0.00186	0.00094
86	0.00000	0.00526	0.00387
87	0.00000	0.00524	0.00392
88	0.00000	0.00524	0.00392
89	0.00000	0.00524	0.00392
90	0.00000	0.00524	0.00392
91	0.00000	0.00524	0.00392
92	0.00000	0.00483	0.00554
93	0.00000	0.00461	0.00806
94	0.00000	0.00461	0.00806
95	0.00000	0.00461	0.00806
96	0.00000	0.00461	0.00806
97	0.00000	0.00461	0.00806
98	0.00000	0.00461	0.00806
99	0.00000	0.00461	0.00806
100	0.00000	0.00461	0.00806
101	0.00000	0.00461	0.00806
102	0.00000	0.00461	0.00806
103	0.00000	0.00461	0.00806
104	0.00000	0.00461	0.00806
105	0.03000	0.00144	0.00357
106	0.03000	0.00144	0.00357
107	0.03000	0.00144	0.00357
108	0.03000	0.00144	0.00357
109	0.03000	0.00144	0.00357
110	0.03000	0.00144	0.00357
111	0.03000	0.00144	0.00357
112	0.00000	0.00461	0.00806
113	0.00000	0.00461	0.00806
114	0.00000	0.00461	0.00806
115	0.00000	0.00461	0.00806
116	0.00000	0.00461	0.00806
117	0.00000	0.00469	0.00680
118	0.00000	0.00471	0.00659
119	0.00000	0.00471	0.00659
120	0.00000	0.00471	0.00659
121	0.00000	0.00471	0.00659
122	0.00000	0.00471	0.00659

123	0.00000	0.00471	0.00659
124	0.00000	0.00471	0.00659
125	0.00000	0.00471	0.00659
126	0.00000	0.00471	0.00659
127	0.00000	0.00471	0.00659
128	0.00000	0.00471	0.00659
129	0.00000	0.00471	0.00659
130	0.00000	0.00471	0.00659
131	0.00000	0.00471	0.00659
132	0.00000	0.00471	0.00659
133	0.00000	0.00471	0.00659
134	0.00000	0.00490	0.00507
135	0.00000	0.00490	0.00507
136	0.00000	0.00490	0.00507
137	0.00000	0.00490	0.00507
138	0.00000	0.00490	0.00507
139	0.15000	0.00639	0.00621
140	0.08000	0.00010	0.00008
141	0.08000	0.00010	0.00008
142	0.00000	0.00490	0.00507
143	0.00000	0.00490	0.00507
144	0.00000	0.00470	0.00663
145	0.00000	0.00467	0.00702
146	0.00000	0.00467	0.00702
147	0.00000	0.00467	0.00702
148	0.00000	0.00467	0.00702
149	0.00000	0.00467	0.00702
150	0.08000	0.00014	0.00001
151	0.08000	0.00014	0.00001
152	0.15000	0.00667	0.00439
153	0.00000	0.00467	0.00702
154	0.00000	0.00467	0.00702
155	0.00000	0.00467	0.00702
156	0.15000	0.00667	0.00439
157	0.08000	0.00014	0.00001
158	0.08000	0.00014	0.00001
159	0.00000	0.00467	0.00702
160	0.00000	0.00467	0.00702
161	0.00000	0.00467	0.00702
162	0.00000	0.00467	0.00702
<b>SSE</b>		<b>2.71918</b>	<b>2.18825</b>

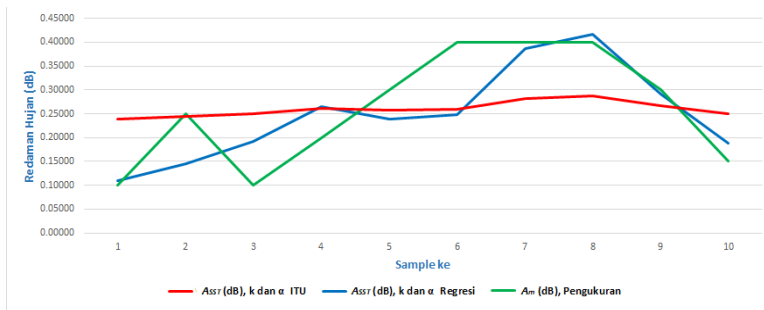
Nilai SSE terkecil adalah 2.18825, merupakan SSE dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  melalui proses regresi.

### E.3 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk event Hujan 29 Maret 2018

#### E.4.1 Tabel Nilai Redaman Hujan SST dan hasil Pengukuran

No.	Waktu	k dan $\alpha$ referensi ITU		k dan $\alpha$ dari Regresi		$A_m$ (dB) Pengukuran
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST}$ (dB)	
1	20:41:00	0.20348	0.23968	2.07299	0.11028	0.10000
2	20:42:00	0.29120	0.24435	2.74787	0.14619	0.25000
3	20:43:00	0.41018	0.25068	3.59743	0.19138	0.10000
4	20:44:00	0.62118	0.26190	4.98564	0.26524	0.20000
5	20:45:00	0.54575	0.25789	4.50308	0.23956	0.30000
6	20:46:00	0.57234	0.25931	4.67473	0.24870	0.40000
7	20:47:00	1.00509	0.28233	7.27868	0.38723	0.40000
8	20:48:00	1.10029	0.28739	7.81552	0.41579	0.40000
9	20:49:00	0.70227	0.26622	5.49063	0.29210	0.30000
10	20:50:00	0.40209	0.25025	3.54150	0.18841	0.15000

#### E.4.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST dan Hasil Pengukuran



#### E.4.3 SSE dari Perbandingan Nilai Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.10000	0.01951	0.00011
2	0.25000	0.00003	0.01078
3	0.10000	0.02270	0.00835
4	0.20000	0.00383	0.00426
5	0.30000	0.00177	0.00365
6	0.40000	0.01979	0.02289
7	0.40000	0.01385	0.00016
8	0.40000	0.01268	0.00025
9	0.30000	0.00114	0.00006
10	0.15000	0.01005	0.00148
<b>SSE</b>	<b>0.10537</b>	<b>0.05198</b>	

Nilai SSE terkecil adalah 0.05198, merupakan SSE dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  melalui proses regresi.

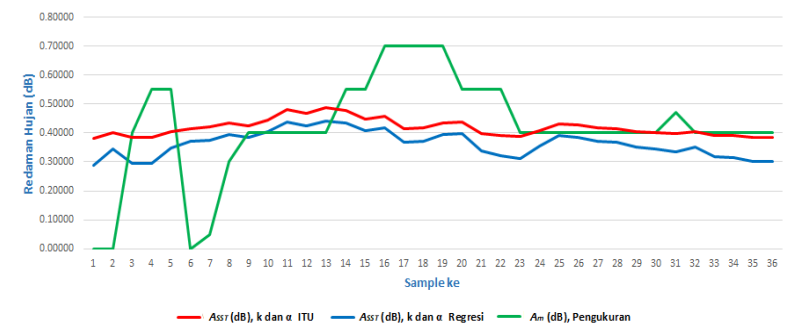
#### E.4 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk event Hujan 30 Maret 2018 - Siang

##### E.5.1 Tabel Nilai Redaman Hujan SST dan hasil Pengukuran

No.	Waktu	k dan $\alpha$ referensi ITU		k dan $\alpha$ dari Regresi		Am (dB) Pengukuran
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST}$ (dB)	
1	11:31:00	0.21964	0.38277	5.41912	0.28830	0.00000
2	11:32:00	0.58608	0.40227	6.49355	0.34546	0.00000
3	11:33:00	0.24593	0.38417	5.53318	0.29437	0.40000
4	11:34:00	0.24593	0.38417	5.53318	0.29437	0.55000
5	11:35:00	0.60432	0.40324	6.53033	0.34741	0.55000
6	11:36:00	0.84826	0.41622	6.95145	0.36982	0.00000
7	11:37:00	0.92246	0.42016	7.05972	0.37558	0.05000
8	11:38:00	1.20864	0.43539	7.42018	0.39475	0.30000
9	11:39:00	1.03219	0.42600	7.20747	0.38344	0.40000

10	11:40:00	1.37051	0.44400	7.59406	0.40400	0.40000
11	11:41:00	2.10070	0.48285	8.21596	0.43709	0.40000
12	11:42:00	1.82698	0.46828	8.00726	0.42599	0.40000
13	11:43:00	2.22241	0.48932	8.30168	0.44165	0.40000
14	11:44:00	2.03801	0.47951	8.17021	0.43466	0.55000
15	11:45:00	1.41908	0.44658	7.64297	0.40661	0.55000
16	11:46:00	1.61427	0.45697	7.82667	0.41638	0.70000
17	11:47:00	0.83309	0.41541	6.92837	0.36859	0.70000
18	11:48:00	0.86474	0.41709	6.97615	0.37113	0.70000
19	11:49:00	1.21807	0.43589	7.43082	0.39532	0.70000
20	11:50:00	1.26533	0.43840	7.48313	0.39810	0.55000
21	11:51:00	0.52063	0.39879	6.35338	0.33800	0.55000
22	11:52:00	0.40812	0.39280	6.07460	0.32317	0.55000
23	11:53:00	0.34200	0.38928	5.87991	0.31281	0.40000
24	11:54:00	0.66718	0.40658	6.65052	0.35381	0.40000
25	11:55:00	1.12805	0.43110	7.32642	0.38977	0.40000
26	11:56:00	1.05520	0.42723	7.23682	0.38500	0.40000
27	11:57:00	0.88229	0.41803	7.00203	0.37251	0.40000
28	11:58:00	0.83566	0.41555	6.93230	0.36880	0.40000
29	11:59:00	0.63018	0.40461	6.58096	0.35011	0.40000
30	12:00:00	0.56572	0.40119	6.45139	0.34321	0.40000
31	12:01:00	0.49950	0.39766	6.30506	0.33543	0.47000
32	12:02:00	0.65365	0.40586	6.62546	0.35247	0.40000
33	12:03:00	0.37915	0.39126	5.99272	0.31881	0.40000
34	12:04:00	0.35375	0.38991	5.91663	0.31476	0.40000
35	12:05:00	0.27642	0.38579	5.65368	0.30078	0.40000
36	12:06:00	0.27376	0.38565	5.64360	0.30024	0.40000

## E.5.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST dan Hasil Pengukuran





#### E.4.4 SSE dari Perbandingan Nilai Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

	No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.00000	0.14652	0.08312	
2	0.00000	0.16182	0.11934	
3	0.40000	0.00025	0.01116	
4	0.55000	0.02750	0.06535	
5	0.55000	0.02154	0.04104	
6	0.00000	0.17324	0.13676	
7	0.05000	0.13702	0.10600	
8	0.30000	0.01833	0.00898	
9	0.40000	0.00068	0.00027	
10	0.40000	0.00194	0.00002	
11	0.40000	0.00686	0.00138	
12	0.40000	0.00466	0.00068	
13	0.40000	0.00798	0.00173	
14	0.55000	0.00497	0.01330	
15	0.55000	0.01069	0.02056	
16	0.70000	0.05906	0.08044	
17	0.70000	0.08099	0.10983	
18	0.70000	0.08004	0.10815	
19	0.70000	0.06975	0.09283	
20	0.55000	0.01245	0.02307	
21	0.55000	0.02287	0.04494	
22	0.55000	0.02471	0.05145	
23	0.40000	0.00011	0.00760	
24	0.40000	0.00004	0.00213	
25	0.40000	0.00097	0.00010	
26	0.40000	0.00074	0.00023	
27	0.40000	0.00032	0.00076	
28	0.40000	0.00024	0.00097	
29	0.40000	0.00002	0.00249	
30	0.40000	0.00000	0.00322	
31	0.47000	0.00523	0.01811	
32	0.40000	0.00003	0.00226	
33	0.40000	0.00008	0.00659	
34	0.40000	0.00010	0.00727	

35	0.40000	0.00020	0.00985
36	0.40000	0.00021	0.00995
<b>SSE</b>		<b>1.08218</b>	<b>1.19195</b>

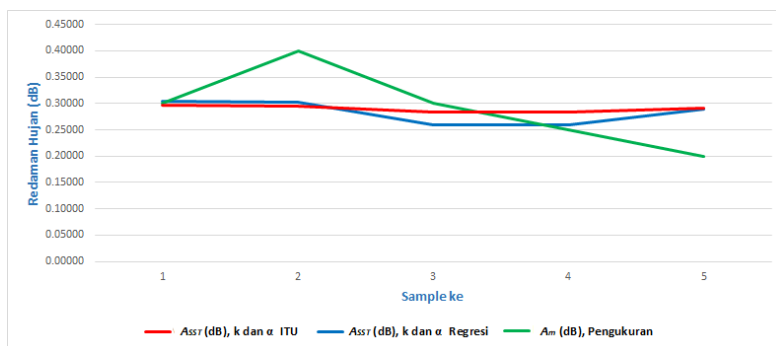
Nilai SSE terkecil adalah 1.08218, hasil dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  dihitung dengan referensi ITU-R P.838-3 ditambah factor koreksi.

## E.5 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk event Hujan 30 Maret 2018 - Sore

### E.6.1 Tabel Nilai Redaman Hujan SST dan hasil Pengukuran

No.	Waktu	k dan $\alpha$ referensi ITU		k dan $\alpha$ dari Regresi		Am (dB) Pengukuran
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST}$ (dB)	
1	15:17:00	0.43477	0.29664	5.72823	0.30474	0.30000
2	15:18:00	0.41186	0.29542	5.67036	0.30166	0.40000
3	15:19:00	0.18670	0.28345	4.88828	0.26006	0.30000
4	15:20:00	0.18670	0.28345	4.88828	0.26006	0.25000
5	15:21:00	0.32942	0.29104	5.43772	0.28929	0.20000
1	15:17:00	0.43477	0.29664	5.72823	0.30474	0.30000
2	15:18:00	0.41186	0.29542	5.67036	0.30166	0.40000
3	15:19:00	0.18670	0.28345	4.88828	0.26006	0.30000
4	15:20:00	0.18670	0.28345	4.88828	0.26006	0.25000
5	15:21:00	0.32942	0.29104	5.43772	0.28929	0.20000

### E.6.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST dan Hasil Pengukuran



### E.5.3 SSE dari Perbandingan Nilai Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

	No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.30000	0.00001	0.00002	
2	0.40000	0.01094	0.00967	
3	0.30000	0.00027	0.00160	
4	0.25000	0.00112	0.00010	
5	0.20000	0.00829	0.00797	
<b>SSE</b>		<b>0.02063</b>	<b>0.01936</b>	

Nilai SSE terkecil adalah 0.01936, merupakan SSE dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  melalui proses regresi.

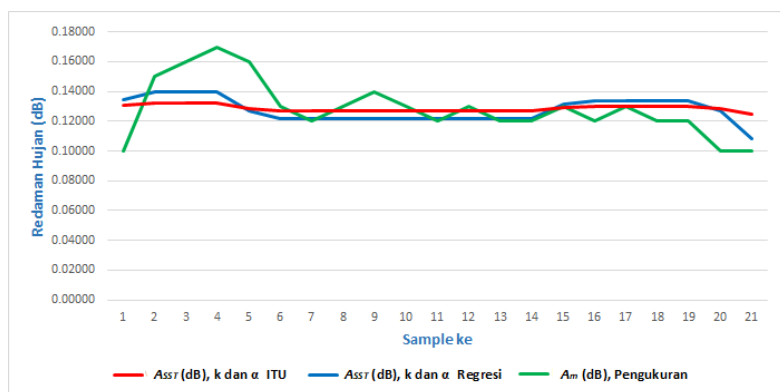
## E.6 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk event Hujan 30 Maret 2018 - Malam

### E.6.1 Tabel Nilai Redaman Hujan SST dan hasil Pengukuran

No.	Waktu	k dan $\alpha$ referensi ITU		k dan $\alpha$ dari Regresi		Am (dB) Pengukuran
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} \text{ (dB)}$	
1	21:29:00	0.13389	0.13037	2.53267	0.13474	0.10000
2	21:30:00	0.17113	0.13235	2.62909	0.13987	0.15000
3	21:31:00	0.17113	0.13235	2.62909	0.13987	0.16000
4	21:32:00	0.17113	0.13235	2.62909	0.13987	0.17000
5	21:33:00	0.09235	0.12816	2.39342	0.12733	0.16000
6	21:34:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.13000
7	21:35:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.12000
8	21:36:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.13000
9	21:37:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.14000
10	21:38:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.13000
11	21:39:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.12000
12	21:40:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.13000
13	21:41:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.12000

14	21:42:00	0.06843	0.12689	2.28663	0.12165	0.12000
15	21:43:00	0.11340	0.12928	2.46942	0.13137	0.13000
16	21:44:00	0.12711	0.13001	2.51270	0.13368	0.12000
17	21:45:00	0.12711	0.13001	2.51270	0.13368	0.13000
18	21:46:00	0.12711	0.13001	2.51270	0.13368	0.12000
19	21:47:00	0.12711	0.13001	2.51270	0.13368	0.12000
20	21:48:00	0.09187	0.12814	2.39150	0.12723	0.10000
21	21:49:00	0.03118	0.12491	2.02866	0.10792	0.10000

## E.6.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST dan Hasil Pengukuran



## E.6.3 SSE dari Perbandingan Nilai Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.10000	0.00092	0.00121
2	0.15000	0.00031	0.00010
3	0.16000	0.00076	0.00041
4	0.17000	0.00142	0.00091
5	0.16000	0.00101	0.00107

6	0.13000	0.00001	0.00007
7	0.12000	0.00005	0.00000
8	0.13000	0.00001	0.00007
9	0.14000	0.00017	0.00034
10	0.13000	0.00001	0.00007
11	0.12000	0.00005	0.00000
12	0.13000	0.00001	0.00007
13	0.12000	0.00005	0.00000
14	0.12000	0.00005	0.00000
15	0.13000	0.00000	0.00000
16	0.12000	0.00010	0.00019
17	0.13000	0.00000	0.00001
18	0.12000	0.00010	0.00019
19	0.12000	0.00010	0.00019
20	0.10000	0.00079	0.00074
21	0.10000	0.00062	0.00006
<b>SSE</b>		<b>0.00654</b>	<b>0.00570</b>

Nilai SSE terkecil adalah 0.00570, merupakan SSE dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  melalui proses regresi.

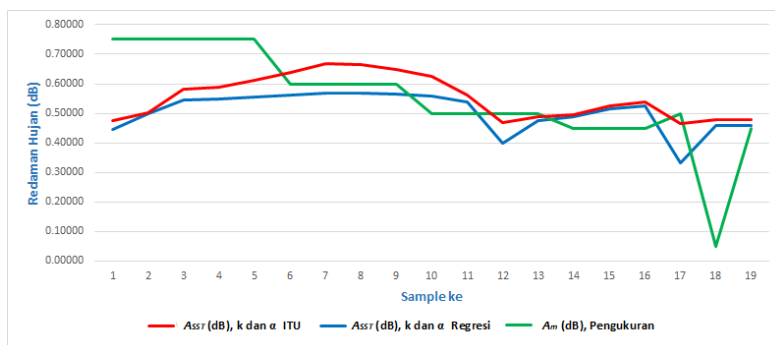
## E.7 Nilai Redaman SST dan Redaman Pengukuran untuk event Hujan 01 April 2018

### E.7.1 Tabel Nilai Redaman Hujan SST dan hasil Pengukuran

No.	Waktu	k dan $\alpha$ referensi ITU		k dan $\alpha$ dari Regresi		Am (dB) Pengukuran
		$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} + \Delta A$	$\gamma = k R^\alpha$	$A_{SST} \text{ (dB)}$	
1	18:20:00	0.16226	0.47456	8.35471	0.44447	0.75000
2	18:21:00	0.70174	0.50326	9.37420	0.49871	0.75000
3	18:22:00	2.14961	0.58028	10.23669	0.54459	0.75000
4	18:23:00	2.32544	0.58964	10.30017	0.54797	0.75000
5	18:24:00	2.71313	0.61026	10.42580	0.55465	0.75000
6	18:25:00	3.25745	0.63922	10.57676	0.56268	0.60000
7	18:26:00	3.80649	0.66843	10.70709	0.56962	0.60000
8	18:27:00	3.74274	0.66504	10.69288	0.56886	0.60000
9	18:28:00	3.42939	0.64837	10.61962	0.56496	0.60000
10	18:29:00	2.96909	0.62388	10.49997	0.55860	0.50000
11	18:30:00	1.80883	0.56215	10.09871	0.53725	0.50000
12	18:31:00	0.03937	0.46802	7.47443	0.39764	0.50000

13	18:32:00	0.39820	0.48711	8.96576	0.47698	0.50000
14	18:33:00	0.53416	0.49434	9.17523	0.48812	0.45000
15	18:34:00	1.10472	0.52469	9.71469	0.51682	0.45000
16	18:35:00	1.35662	0.53810	9.87285	0.52524	0.45000
17	18:36:00	0.00379	0.46613	6.21811	0.33080	0.50000
18	18:37:00	0.23205	0.47827	8.59305	0.45715	0.05000
19	18:38:00	0.23205	0.47827	8.59305	0.45715	0.45000

## E.7.2 Grafik Nilai Redaman Hujan SST dan Hasil Pengukuran



## E.7.3 SSE dari Perbandingan Nilai Redaman Hujan SST dengan Hasil Pengukuran

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

No.	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.75000	0.07587	0.09335
2	0.75000	0.06088	0.06315
3	0.75000	0.02880	0.04219
4	0.75000	0.02572	0.04082
5	0.75000	0.01953	0.03816
6	0.60000	0.00154	0.00139
7	0.60000	0.00468	0.00092
8	0.60000	0.00423	0.00097

9	0.60000	0.00234	0.00123
10	0.50000	0.01535	0.00343
11	0.50000	0.00386	0.00139
12	0.50000	0.00102	0.01048
13	0.50000	0.00017	0.00053
14	0.45000	0.00197	0.00145
15	0.45000	0.00558	0.00447
16	0.45000	0.00776	0.00566
17	0.50000	0.00115	0.02863
18	0.05000	0.18341	0.16577
19	0.45000	0.00080	0.00005
<b>SSE</b>		<b>0.44465</b>	<b>0.50404</b>

Nilai SSE terkecil adalah 0.44465, hasil dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  dihitung dengan referensi ITU-R P.838-3 ditambah factor koreksi.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*



## LAMPIRAN F

### REDAMAN HUJAN SST DAN REDAMAN HASIL PENGUKURAN (SEMUA *EVENT* HUJAN)

#### F.1 Perbandingan Nilai Redaman SST dengan Redaman Pengukuran dan Hitung SSE

$Y$  adalah Nilai redaman hujan hasil pengukuran

$\hat{Y}_A$  adalah Nilai redaman SST, nilai  $k$  dan  $\alpha$  referensi ITU-R P.838-3

$\hat{Y}_B$  adalah Nilai redaman SSR, nilai  $k$  dan  $\alpha$  dari Regresi

No.	$A_{SST}$ (dB) [k dan $\alpha$ , ITU]	$A_{SST}$ (dB) [k dan $\alpha$ , Regresi]	<i>Hitung SSE</i>		
	$\hat{Y}_A$	$\hat{Y}_B$	$Y$	$(Y - \hat{Y}_A)^2$	$(Y - \hat{Y}_B)^2$
1	0.00532	0.16663	0.18000	0.03051	0.00018
2	0.22907	0.17187	0.19000	0.00153	0.00033
3	0.22907	0.17187	0.20000	0.00084	0.00079
4	0.24895	0.17613	0.18000	0.00475	0.00001
5	0.21710	0.16432	0.63000	0.17049	0.21686
6	0.24244	0.17508	0.70000	0.20936	0.27554
7	0.23622	0.17382	0.40000	0.02682	0.05116
8	0.23414	0.17333	0.40000	0.02751	0.05138
9	0.22664	0.17100	0.40000	0.03005	0.05244
10	0.22664	0.17100	0.55000	0.10456	0.14364
11	0.22923	0.17193	0.20000	0.00085	0.00079
12	0.23699	0.17400	0.40000	0.02657	0.05108
13	0.23386	0.17326	0.40000	0.02760	0.05141
14	0.23229	0.17284	0.27000	0.00142	0.00944
15	0.22581	0.17067	0.17000	0.00312	0.00000
16	0.22282	0.16924	0.30000	0.00596	0.01710
17	0.22282	0.16924	0.20000	0.00052	0.00095
18	0.22282	0.16924	0.45000	0.05161	0.07883
19	0.21858	0.16612	0.20000	0.00035	0.00115
20	0.21614	0.16267	0.10000	0.01349	0.00393
21	0.21614	0.16267	0.20000	0.00026	0.00139
22	0.21614	0.16267	0.30000	0.00703	0.01886
23	0.21614	0.16267	0.40000	0.03381	0.05632
24	0.21614	0.16267	0.65000	0.18824	0.23749
25	0.21614	0.16267	0.75000	0.28501	0.34495
26	0.21614	0.16267	0.80000	0.34089	0.40618
27	0.21614	0.16267	0.30000	0.00703	0.01886
28	0.21614	0.16267	0.30000	0.00703	0.01886

29	0.21614	0.16267	0.30000	0.00703	0.01886
30	0.21614	0.16267	0.40000	0.03381	0.05632
31	0.21614	0.16267	0.40000	0.03381	0.05632
32	0.21614	0.16267	0.40000	0.03381	0.05632
33	0.21614	0.16267	0.20000	0.00026	0.00139
34	0.22253	0.16908	0.30000	0.00600	0.01714
35	0.24397	0.17535	0.30000	0.00314	0.01554
36	0.21456	0.15743	0.20000	0.00021	0.00181
37	0.21456	0.15743	0.20000	0.00021	0.00181
38	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
39	0.21456	0.15743	0.55000	0.11252	0.15411
40	0.21456	0.15743	0.30000	0.00730	0.02033
41	0.21456	0.15743	0.20000	0.00021	0.00181
42	0.21456	0.15743	0.30000	0.00730	0.02033
43	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
44	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
45	0.21456	0.15743	0.00000	0.04604	0.02478
46	0.21456	0.15743	0.30000	0.00730	0.02033
47	0.21456	0.15743	0.10000	0.01312	0.00330
48	0.21456	0.15743	0.30000	0.00730	0.02033
49	0.21456	0.15743	0.10000	0.01312	0.00330
50	0.21456	0.15743	0.10000	0.01312	0.00330
51	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
52	0.21456	0.15743	0.10000	0.01312	0.00330
53	0.21456	0.15743	0.30000	0.00730	0.02033
54	0.21456	0.15743	0.10000	0.01312	0.00330
55	0.21456	0.15743	0.30000	0.00730	0.02033
56	0.21456	0.15743	0.20000	0.00021	0.00181
57	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
58	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
59	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
60	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
61	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
62	0.21456	0.15743	0.55000	0.11252	0.15411
63	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
64	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
65	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
66	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
67	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
68	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
69	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
70	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
71	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
72	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884

73	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
74	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
75	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
76	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
77	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
78	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
79	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
80	0.21456	0.15743	0.40000	0.03439	0.05884
81	0.21456	0.15743	0.30000	0.00730	0.02033
82	0.21489	0.15910	0.00000	0.04618	0.02531
83	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
84	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
85	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
86	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
87	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
88	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
89	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
90	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
91	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
92	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
93	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
94	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
95	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
96	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
97	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
98	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
99	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
100	0.21561	0.16146	0.00000	0.04649	0.02607
101	0.21561	0.16146	0.10000	0.01337	0.00378
102	0.21611	0.16261	0.10000	0.01348	0.00392
103	0.21685	0.16394	0.10000	0.01365	0.00409
104	0.21685	0.16394	0.10000	0.01365	0.00409
105	0.21685	0.16394	0.00000	0.04702	0.02688
106	0.21685	0.16394	0.20000	0.00028	0.00130
107	0.21685	0.16394	0.30000	0.00691	0.01851
108	0.21685	0.16394	0.40000	0.03355	0.05573
109	0.21685	0.16394	0.40000	0.03355	0.05573
110	0.21685	0.16394	0.40000	0.03355	0.05573
111	0.21685	0.16394	0.40000	0.03355	0.05573
112	0.21685	0.16394	0.20000	0.00028	0.00130
113	0.21685	0.16394	0.40000	0.03355	0.05573
114	0.21704	0.16424	0.30000	0.00688	0.01843
115	0.21724	0.16452	0.30000	0.00685	0.01835
116	0.21724	0.16452	0.40000	0.03340	0.05545

117	0.21724	0.16452	0.40000	0.03340	0.05545
118	0.21724	0.16452	0.20000	0.00030	0.00126
119	0.21724	0.16452	0.30000	0.00685	0.01835
120	0.21724	0.16452	0.10000	0.01375	0.00416
121	0.21724	0.16452	0.10000	0.01375	0.00416
122	0.21724	0.16452	0.00000	0.04719	0.02707
123	0.21724	0.16452	0.30000	0.00685	0.01835
124	0.21724	0.16452	0.40000	0.03340	0.05545
125	0.21758	0.16498	0.30000	0.00679	0.01823
126	0.21835	0.16587	0.10000	0.01401	0.00434
127	0.21835	0.16587	0.30000	0.00667	0.01799
128	0.21835	0.16587	0.00000	0.04767	0.02751
129	0.21835	0.16587	0.00000	0.04767	0.02751
130	0.21835	0.16587	0.00000	0.04767	0.02751
131	0.21835	0.16587	0.30000	0.00667	0.01799
132	0.21835	0.16587	0.10000	0.01401	0.00434
133	0.21473	0.15838	0.20000	0.00022	0.00173
134	0.21508	0.15984	0.20000	0.00023	0.00161
135	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
136	0.21508	0.15984	0.20000	0.00023	0.00161
137	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
138	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
139	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
140	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
141	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
142	0.21508	0.15984	0.30000	0.00721	0.01965
143	0.21508	0.15984	0.30000	0.00721	0.01965
144	0.21508	0.15984	0.20000	0.00023	0.00161
145	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
146	0.21508	0.15984	0.30000	0.00721	0.01965
147	0.21508	0.15984	0.20000	0.00023	0.00161
148	0.21508	0.15984	0.30000	0.00721	0.01965
149	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
150	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
151	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
152	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
153	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
154	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
155	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
156	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
157	0.21508	0.15984	0.00000	0.04626	0.02555
158	0.21508	0.15984	0.10000	0.01324	0.00358
159	0.21508	0.15984	0.30000	0.00721	0.01965
160	0.21508	0.15984	0.20000	0.00023	0.00161

161	0.21501	0.15957	0.00000	0.04623	0.02546
162	0.21662	0.16356	0.00000	0.04692	0.02675
163	0.21662	0.16356	0.20000	0.00028	0.00133
164	0.21662	0.16356	0.10000	0.01360	0.00404
165	0.21662	0.16356	0.10000	0.01360	0.00404
166	0.21662	0.16356	0.20000	0.00028	0.00133
167	0.21662	0.16356	0.30000	0.00695	0.01862
168	0.21662	0.16356	0.10000	0.01360	0.00404
169	0.21662	0.16356	0.10000	0.01360	0.00404
170	0.21662	0.16356	0.40000	0.03363	0.05590
171	0.21662	0.16356	0.40000	0.03363	0.05590
172	0.21662	0.16356	0.27000	0.00285	0.01133
173	0.21662	0.16356	0.63000	0.17089	0.21757
174	0.21499	0.15949	0.30000	0.00723	0.01974
175	0.21657	0.16348	0.20000	0.00027	0.00133
176	0.21657	0.16348	0.00000	0.04690	0.02673
177	0.21657	0.16348	0.10000	0.01359	0.00403
178	0.21657	0.16348	0.40000	0.03365	0.05594
179	0.21657	0.16348	0.40000	0.03365	0.05594
180	0.21657	0.16348	0.20000	0.00027	0.00133
181	0.21657	0.16348	0.30000	0.00696	0.01864
182	0.21657	0.16348	0.30000	0.00696	0.01864
183	0.21657	0.16348	0.40000	0.03365	0.05594
184	0.21657	0.16348	0.40000	0.03365	0.05594
185	0.21657	0.16348	0.27000	0.00285	0.01135
186	0.21657	0.16348	0.55000	0.11118	0.14940
187	0.21513	0.16002	0.55000	0.11214	0.15208
188	0.21829	0.16581	0.47000	0.06336	0.09253
189	0.21829	0.16581	0.40000	0.03302	0.05484
190	0.21829	0.16581	0.40000	0.03302	0.05484
191	0.21829	0.16581	0.40000	0.03302	0.05484
192	0.21829	0.16581	0.40000	0.03302	0.05484
193	0.21829	0.16581	0.40000	0.03302	0.05484
194	0.21829	0.16581	0.30000	0.00668	0.01801
195	0.22654	0.17096	0.30000	0.00540	0.01665
196	0.32643	0.18226	0.40000	0.00541	0.04741
197	0.22191	0.16871	0.30000	0.00610	0.01724
198	0.22907	0.17187	0.30000	0.00503	0.01642
199	0.21386	0.14692	0.40000	0.03465	0.06405
200	0.21602	0.16244	0.30000	0.00705	0.01892
201	0.21602	0.16244	0.30000	0.00705	0.01892
202	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
203	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
204	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644

205	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
206	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
207	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
208	0.21602	0.16244	0.20000	0.00026	0.00141
209	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
210	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
211	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
212	0.21602	0.16244	0.30000	0.00705	0.01892
213	0.21602	0.16244	0.30000	0.00705	0.01892
214	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
215	0.21602	0.16244	0.40000	0.03385	0.05644
216	0.21425	0.15502	0.30000	0.00735	0.02102
217	0.21449	0.15700	0.30000	0.00731	0.02045
218	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
219	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
220	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
221	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
222	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
223	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
224	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
225	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
226	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
227	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
228	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
229	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
230	0.21449	0.15700	0.30000	0.00731	0.02045
231	0.21449	0.15700	0.00000	0.04601	0.02465
232	0.21449	0.15700	0.20000	0.00021	0.00185
233	0.21449	0.15700	0.20000	0.00021	0.00185
234	0.21449	0.15700	0.30000	0.00731	0.02045
235	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
236	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
237	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
238	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
239	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
240	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
241	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
242	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
243	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
244	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
245	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
246	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
247	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
248	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905

249	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
250	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
251	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
252	0.21449	0.15700	0.05000	0.02706	0.01145
253	0.21449	0.15700	0.30000	0.00731	0.02045
254	0.21449	0.15700	0.30000	0.00731	0.02045
255	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
256	0.21449	0.15700	0.40000	0.03441	0.05905
257	0.21449	0.15700	0.30000	0.00731	0.02045
258	0.22945	0.17200	0.03000	0.03978	0.02016
259	0.23944	0.17451	0.08000	0.02542	0.00893
260	0.29418	0.18047	0.08000	0.04587	0.01009
261	0.21464	0.15789	0.15000	0.00418	0.00006
262	0.21483	0.15883	0.00000	0.04615	0.02523
263	0.21483	0.15883	0.00000	0.04615	0.02523
264	0.21483	0.15883	0.00000	0.04615	0.02523
265	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
266	0.21483	0.15883	0.15000	0.00420	0.00008
267	0.21483	0.15883	0.40000	0.03429	0.05816
268	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
269	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
270	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
271	0.21483	0.15883	0.40000	0.03429	0.05816
272	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
273	0.21483	0.15883	0.40000	0.03429	0.05816
274	0.21483	0.15883	0.40000	0.03429	0.05816
275	0.21483	0.15883	0.08000	0.01818	0.00621
276	0.21483	0.15883	0.33000	0.01326	0.02930
277	0.21483	0.15883	0.25000	0.00124	0.00831
278	0.21483	0.15883	0.25000	0.00124	0.00831
279	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
280	0.21483	0.15883	0.40000	0.03429	0.05816
281	0.21483	0.15883	0.50000	0.08132	0.11640
282	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
283	0.21483	0.15883	0.30000	0.00725	0.01993
284	0.21483	0.15883	0.30000	0.00725	0.01993
285	0.21483	0.15883	0.50000	0.08132	0.11640
286	0.21483	0.15883	0.50000	0.08132	0.11640
287	0.21483	0.15883	0.40000	0.03429	0.05816
288	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
289	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
290	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506
291	0.21483	0.15883	0.30000	0.00725	0.01993
292	0.21483	0.15883	0.23000	0.00023	0.00506

293	0.21483	0.15883	0.00000	0.04615	0.02523
294	0.21483	0.15883	0.15000	0.00420	0.00008
295	0.25166	0.17652	0.00000	0.06333	0.03116
296	0.21410	0.15324	0.00000	0.04584	0.02348
297	0.23261	0.17293	0.00000	0.05411	0.02990
298	0.23287	0.17300	0.00000	0.05423	0.02993
299	0.23651	0.17389	0.00000	0.05594	0.03024
300	0.23824	0.17427	0.00000	0.05676	0.03037
301	0.23965	0.17455	0.00000	0.05743	0.03047
302	0.22973	0.17209	0.00000	0.05278	0.02961
303	0.22973	0.17209	0.00000	0.05278	0.02961
304	0.22309	0.16939	0.08000	0.02047	0.00799
305	0.22107	0.16817	0.15000	0.00505	0.00033
306	0.22107	0.16817	0.30000	0.00623	0.01738
307	0.22107	0.16817	0.15000	0.00505	0.00033
308	0.22107	0.16817	0.23000	0.00008	0.00382
309	0.22098	0.16811	0.08000	0.01988	0.00776
310	0.22095	0.16809	0.15000	0.00503	0.00033
311	0.22095	0.16809	0.30000	0.00625	0.01740
312	0.22095	0.16809	0.08000	0.01987	0.00776
313	0.22095	0.16809	0.08000	0.01987	0.00776
314	0.22085	0.16802	0.08000	0.01984	0.00775
315	0.22593	0.17072	0.08000	0.02130	0.00823
316	0.22593	0.17072	0.03000	0.03839	0.01980
317	0.25203	0.17657	0.03000	0.04930	0.02148
318	0.24931	0.17619	0.03000	0.04810	0.02137
319	0.26829	0.17842	0.03000	0.05678	0.02203
320	0.26024	0.17758	0.03000	0.05301	0.02178
321	0.23542	0.17364	0.03000	0.04220	0.02063
322	0.26529	0.17812	0.03000	0.05536	0.02194
323	0.23816	0.17425	0.03000	0.04333	0.02081
324	0.21901	0.16654	0.03000	0.03573	0.01864
325	0.21901	0.16654	0.03000	0.03573	0.01864
326	0.21901	0.16654	0.03000	0.03573	0.01864
327	0.21901	0.16654	0.03000	0.03573	0.01864
328	0.21901	0.16654	0.03000	0.03573	0.01864
329	0.21901	0.16654	0.00000	0.04797	0.02773
330	0.23048	0.17232	0.00000	0.05312	0.02969
331	0.25005	0.17629	0.03000	0.04842	0.02140
332	0.23046	0.17232	0.03000	0.04018	0.02025
333	0.24297	0.17517	0.00000	0.05903	0.03069
334	0.24818	0.17602	0.00000	0.06159	0.03098
335	0.26325	0.17791	0.00000	0.06930	0.03165
336	0.59239	0.18887	0.00000	0.35093	0.03567



337	0.21545	0.16103	0.00000	0.04642	0.02593
338	0.22049	0.16776	0.00000	0.04862	0.02814
339	0.22049	0.16776	0.00000	0.04862	0.02814
340	0.22049	0.16776	0.03000	0.03629	0.01898
341	0.22049	0.16776	0.00000	0.04862	0.02814
342	0.22049	0.16776	0.03000	0.03629	0.01898
343	0.21988	0.16729	0.00000	0.04835	0.02799
344	0.21972	0.16716	0.00000	0.04828	0.02794
345	0.21972	0.16716	0.00000	0.04828	0.02794
346	0.21972	0.16716	0.00000	0.04828	0.02794
347	0.21972	0.16716	0.00000	0.04828	0.02794
348	0.21972	0.16716	0.00000	0.04828	0.02794
349	0.21681	0.16388	0.00000	0.04701	0.02686
350	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
351	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
352	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
353	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
354	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
355	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
356	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
357	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
358	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
359	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
360	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
361	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
362	0.21525	0.16042	0.03000	0.03432	0.01701
363	0.21525	0.16042	0.03000	0.03432	0.01701
364	0.21525	0.16042	0.03000	0.03432	0.01701
365	0.21525	0.16042	0.03000	0.03432	0.01701
366	0.21525	0.16042	0.03000	0.03432	0.01701
367	0.21525	0.16042	0.03000	0.03432	0.01701
368	0.21525	0.16042	0.03000	0.03432	0.01701
369	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
370	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
371	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
372	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
373	0.21525	0.16042	0.00000	0.04633	0.02573
374	0.21582	0.16198	0.00000	0.04658	0.02624
375	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
376	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
377	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
378	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
379	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
380	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633

381	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
382	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
383	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
384	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
385	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
386	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
387	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
388	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
389	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
390	0.21595	0.16227	0.00000	0.04663	0.02633
391	0.21738	0.16472	0.00000	0.04726	0.02713
392	0.21738	0.16472	0.00000	0.04726	0.02713
393	0.21738	0.16472	0.00000	0.04726	0.02713
394	0.21738	0.16472	0.00000	0.04726	0.02713
395	0.21738	0.16472	0.00000	0.04726	0.02713
396	0.21738	0.16472	0.15000	0.00454	0.00022
397	0.21738	0.16472	0.08000	0.01887	0.00718
398	0.21738	0.16472	0.08000	0.01887	0.00718
399	0.21738	0.16472	0.00000	0.04726	0.02713
400	0.21738	0.16472	0.00000	0.04726	0.02713
401	0.21593	0.16222	0.00000	0.04662	0.02632
402	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
403	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
404	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
405	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
406	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
407	0.21570	0.16169	0.08000	0.01841	0.00667
408	0.21570	0.16169	0.08000	0.01841	0.00667
409	0.21570	0.16169	0.15000	0.00432	0.00014
410	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
411	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
412	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
413	0.21570	0.16169	0.15000	0.00432	0.00014
414	0.21570	0.16169	0.08000	0.01841	0.00667
415	0.21570	0.16169	0.08000	0.01841	0.00667
416	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
417	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
418	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
419	0.21570	0.16169	0.00000	0.04653	0.02614
420	0.22462	0.17014	0.10000	0.01553	0.00492
421	0.22928	0.17194	0.25000	0.00043	0.00609
422	0.23561	0.17368	0.10000	0.01839	0.00543
423	0.24684	0.17581	0.20000	0.00219	0.00058
424	0.24282	0.17515	0.30000	0.00327	0.01559

425	0.24424	0.17539	0.40000	0.02426	0.05045
426	0.26726	0.17832	0.40000	0.01762	0.04914
427	0.27233	0.17879	0.40000	0.01630	0.04893
428	0.25115	0.17645	0.30000	0.00239	0.01526
429	0.23518	0.17358	0.15000	0.00726	0.00056
430	0.22547	0.17053	0.00000	0.05084	0.02908
431	0.24497	0.17551	0.00000	0.06001	0.03081
432	0.22687	0.17109	0.40000	0.02997	0.05240
433	0.22687	0.17109	0.55000	0.10441	0.14357
434	0.24594	0.17567	0.55000	0.09245	0.14012
435	0.25892	0.17743	0.00000	0.06704	0.03148
436	0.26286	0.17787	0.05000	0.04531	0.01635
437	0.27809	0.17929	0.30000	0.00048	0.01457
438	0.26870	0.17846	0.40000	0.01724	0.04908
439	0.28670	0.17995	0.40000	0.01284	0.04842
440	0.32555	0.18222	0.40000	0.00554	0.04743
441	0.31099	0.18148	0.40000	0.00792	0.04775
442	0.33202	0.18252	0.40000	0.00462	0.04730
443	0.32221	0.18206	0.55000	0.05189	0.13538
444	0.28928	0.18013	0.55000	0.06797	0.13680
445	0.29967	0.18082	0.70000	0.16026	0.26955
446	0.25811	0.17734	0.70000	0.19527	0.27318
447	0.25979	0.17753	0.70000	0.19378	0.27297
448	0.27859	0.17933	0.70000	0.17759	0.27110
449	0.28111	0.17953	0.55000	0.07230	0.13725
450	0.24149	0.17490	0.55000	0.09518	0.14070
451	0.23550	0.17366	0.55000	0.09891	0.14163
452	0.23198	0.17276	0.40000	0.02823	0.05164
453	0.24928	0.17618	0.40000	0.02272	0.05009
454	0.27380	0.17892	0.40000	0.01593	0.04888
455	0.26993	0.17857	0.40000	0.01692	0.04903
456	0.26073	0.17764	0.40000	0.01940	0.04945
457	0.25825	0.17735	0.40000	0.02009	0.04957
458	0.24732	0.17589	0.40000	0.02331	0.05023
459	0.24389	0.17533	0.40000	0.02437	0.05048
460	0.24036	0.17469	0.47000	0.05273	0.08721
461	0.24856	0.17608	0.40000	0.02293	0.05014
462	0.23396	0.17328	0.40000	0.02757	0.05140
463	0.23261	0.17293	0.40000	0.02802	0.05156
464	0.22850	0.17168	0.40000	0.02941	0.05213
465	0.22835	0.17163	0.40000	0.02946	0.05215
466	0.23692	0.17398	0.30000	0.00398	0.01588
467	0.23570	0.17370	0.40000	0.02699	0.05121
468	0.22372	0.16971	0.30000	0.00582	0.01697

469	0.22372	0.16971	0.25000	0.00069	0.00645
470	0.23132	0.17257	0.20000	0.00098	0.00075
471	0.22091	0.16806	0.10000	0.01462	0.00463
472	0.22289	0.16928	0.15000	0.00531	0.00037
473	0.22289	0.16928	0.16000	0.00396	0.00009
474	0.22289	0.16928	0.17000	0.00280	0.00000
475	0.21870	0.16624	0.16000	0.00345	0.00004
476	0.21743	0.16478	0.13000	0.00764	0.00121
477	0.21743	0.16478	0.12000	0.00949	0.00201
478	0.21743	0.16478	0.13000	0.00764	0.00121
479	0.21743	0.16478	0.14000	0.00600	0.00061
480	0.21743	0.16478	0.13000	0.00764	0.00121
481	0.21743	0.16478	0.12000	0.00949	0.00201
482	0.21743	0.16478	0.13000	0.00764	0.00121
483	0.21743	0.16478	0.12000	0.00949	0.00201
484	0.21743	0.16478	0.12000	0.00949	0.00201
485	0.21982	0.16725	0.13000	0.00807	0.00139
486	0.22055	0.16781	0.12000	0.01011	0.00229
487	0.22055	0.16781	0.13000	0.00820	0.00143
488	0.22055	0.16781	0.12000	0.01011	0.00229
489	0.22055	0.16781	0.12000	0.01011	0.00229
490	0.21868	0.16621	0.10000	0.01408	0.00438
491	0.21545	0.16102	0.10000	0.01333	0.00372
492	0.22242	0.16902	0.75000	0.27834	0.33754
493	0.25112	0.17644	0.75000	0.24888	0.32897
494	0.32815	0.18234	0.75000	0.17796	0.32223
495	0.33750	0.18277	0.75000	0.17015	0.32175
496	0.35813	0.18360	0.75000	0.15356	0.32081
497	0.38709	0.18458	0.60000	0.04533	0.17257
498	0.41630	0.18543	0.60000	0.03375	0.17187
499	0.41290	0.18534	0.60000	0.03501	0.17194
500	0.39623	0.18486	0.60000	0.04152	0.17234
501	0.37175	0.18408	0.50000	0.01645	0.09980
502	0.31002	0.18142	0.50000	0.03609	0.10149
503	0.21588	0.16213	0.50000	0.08072	0.11416
504	0.23497	0.17353	0.50000	0.07024	0.10658
505	0.24221	0.17504	0.45000	0.04318	0.07561
506	0.27256	0.17881	0.45000	0.03148	0.07354
507	0.28596	0.17989	0.45000	0.02691	0.07296
508	0.21399	0.15135	0.50000	0.08180	0.12155
509	0.22613	0.17080	0.05000	0.03102	0.01459
510	0.22613	0.17080	0.45000	0.05012	0.07795
<b>SSE</b>				<b>18.06466</b>	<b>20.85204</b>

Nilai SSE terkecil adalah 18.06466, hasil dari perbandingan nilai redaman hasil pengukuran dengan nilai redaman SST di mana nilai  $k$  dan  $\alpha$  dihitung dengan referensi ITU-R P.838-3 ditambah factor koreksi.

## F.2 Grafik Perbandingan Nilai Redaman SST dengan Redaman Pengukuran

